

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Основы технологии материалов электронной техники

**Код модуля**  
1157987(0)

**Модуль**  
Физико-химические основы материалов  
современной электроники

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Марков Вячеслав Филиппович	доктор химических наук, профессор	Заведующий кафедрой	физической и коллоидной химии
2	Туленин Станислав Сергеевич	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и коллоидной химии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

**Авторы:**

- Туленин Станислав Сергеевич, Доцент, физической и коллоидной химии

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Основы технологии материалов электронной техники

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	5	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Домашняя работа	1

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Основы технологии материалов электронной техники

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-6 -Способен осуществить разработку технологических условий и методик для производства новых материалов	З-3 - Перечислить базовые технологические процессы и технологическое оборудование, используемые в производстве электронной техники П-3 - Владеть навыками определения основных характеристик полупроводниковых материалов У-3 - Анализировать основные свойства материалов электронной техники	Домашняя работа Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен
ПК-12 -Способен организовать проведение испытаний и работу	З-1 - Описывать методы получения и технологической обработки материалов электронной техники	Лабораторные занятия Практические/семинарские занятия Экзамен

по освоению производства новых материалов, осуществлять руководство работами по производству новых материалов	П-1 - Разрабатывать рекомендации по организации процесса синтеза новых материалов У-1 - Устанавливать последовательность технологических операций, контролировать работы при проведении синтеза новых материалов	
---	---	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.30</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>ведение конспекта</i>	5,8	30
<i>результаты тестирования</i>	5,8	70
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.60</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.40</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.30</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа 1</i>	5,11	40
<i>контрольная работа 2</i>	5,14	30
<i>контрольная работа 1</i>	5,11	30
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.00</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.40</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

<i>выполнение работы</i>	5,15	50
<i>оформление отчета</i>	5,15	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1.00</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –</b>		
<b>Текущая аттестация на онлайн-занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям –</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.

Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

#### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

### 5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Статистика электронов в металлах
  2. Электропроводность металлов и сплавов
  3. Электропроводность полупроводников. Собственные и примесные полупроводники
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Фотолитография и выходной контроль параметров фоторезистивных датчиков на основе PbS
  2. Технология электрохимического нанесения тонких пленок
  3. Технология гидрохимического осаждения тонких пленок сульфида свинца
  4. Получение пленок металлов термическим испарением
- LMS-платформа – не предусмотрена

## 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

## Базовый

### 5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Статистика электронов в металлах
2. Строение твердых тел
3. Электропроводность металлов и сплавов

Примерные задания

Определить число свободных электронов, приходящихся на один атом натрия при температуре вблизи 0 К. Уровень Ферми для натрия равен  $E_F = 3,12$  эВ, плотность натрия  $\rho = 970$  кг/м<sup>3</sup>.

Металлический образец объемом  $V = 20$  см<sup>3</sup> находится при  $T \approx 0$  К. Определить число свободных электронов  $N$ , импульсы которых лежат в интервале  $0,9p_m \leq p \leq p_m$  ( $p_m$  – наибольший импульс свободного электрона), если энергия Ферми  $E_F = 5$  эВ.

Запишите все возможные бинарные соединения, которые могут быть полученные в ряду ионов калия, рубидия, цезия, йода, брома и фтора. Расположите их в четыре группы в соответствии со значением координационных чисел.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Электропроводность полупроводников. Собственные и примесные полупроводники
2. Оптическое поглощение и фотопроводимость

### 3. Магнитные явления

#### Примерные задания

Концентрация электронов в собственном полупроводнике при  $T=400\text{ К}$  равна  $1,38 \cdot 10^{13}\text{ см}^{-3}$ . Найти значение произведения эффективных масс электрона и дырки, если известно, что ширина запрещенной зоны меняется по закону  $E_d = (0,785 - 4 \cdot 10^{-4} T)\text{ эВ}$ .

Определите собственную концентрацию носителей заряда в кристалле полупроводникового материала при температуре  $273\text{ К}$ , если эффективные массы плотностей состояний для дырок и для электронов зоны проводимости соответственно равны:  $m_v = 0,058m_0$ ;  $m_c = 0,53m_0$ , а ширина запрещенной зоны полупроводника подчиняется выражению  $\Delta W = 1,52 - 5,8 \cdot 10^{-4} T^2 / (T + 300)$ .

Определить удельное сопротивление полупроводника n-типа, если подвижность электронов проводимости в нем равна  $\mu_n = 500\text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$ , а их концентрация численно равна собственной концентрации носителей заряда в фосфиде индия при  $473\text{ К}$  равна  $n_i = 8,5 \cdot 10^{20}\text{ м}^{-3}$

Установлено, что при некоторой температуре в германии ЭДС Холла обращается в нуль. Определить каково соотношение концентраций электронов и дырок, если подвижности носителей заряда равны соответственно  $\mu_n = 0,39\text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}$  и  $\mu_p = 0,19\text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}$ .

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Домашняя работа

#### Примерный перечень тем

1. Электропроводность полупроводников
2. Контактные явления, термо-ЭДС, термоэлектрические явления
3. Фотопроводимость
4. Строение твердых тел

#### Примерные задания

Запишите все возможные бинарные соединения, которые могут быть полученные в ряду ионов калия, рубидия, цезия, йода, брома и фтора. Расположите их в четыре группы в соответствии со значением координационных чисел.

Что такое дипольный момент молекулы и каким соотношением он определяется?

Определить минимальную длину волны де Бройля для свободных электронов при  $T \sim 0\text{ К}$  в свинце с г.ц.к. решеткой, если на каждый атом кристалла приходится два свободных электрона. Период решетки равен  $0,494\text{ нм}$ .

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

#### 5.3.1. Экзамен

##### Список примерных вопросов

1. Виды химической связи в соединениях
2. Материалы высокой проводимости. Медь
3. Подвижность носителей зарядов в полупроводниках, температурная зависимость концентрации носителей заряда
4. Соединения группы АЗВ5, полупроводниковые свойства, методы получения и области применения



5. Электроизоляционные компаунды и керамики
6. Диэлектрики, их классификация и основные свойства
7. Магнитные материалы и их классификация
8. Кинетика процесса конденсации, механизмы формирования пленок на подложках
9. Авто- и гетероэпитаксия кремния, эпитаксия карбида кремния
10. Литографические процессы. Классификация методов литографии
11. Сверхпроводящие металлы, благородные металлы, неметаллические проводящие материалы
12. Специальные сплавы: для термодар, для корпусов приборов. Тугоплавкие металлы
13. Квантовые точки, методы синтеза, применение
14. Основные стадии вакуумного напыления: испарение вещества, пролет вещества к подложке, конденсация вещества на подложке
15. Основные методы измерения толщин пленок
16. Жидкофазная эпитаксия на примере арсенида галлия
17. Технологическая схема процесса фотолитографии, основные стадии
18. Классификация загрязнений и их источники
19. Магнитотвердые и магнитомягкие материалы
20. Проводниковые материалы, физическая природа электропроводности металлов  
LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-6	З-3 У-3 П-3	Домашняя работа Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен