1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

– изучение студентами комплекса теоретических и практических знаний, позволяющих им свободно ориентироваться в современном производстве материалов электронной техники.

1.2. Задачи освоения дисциплины

– сформировать представления о физико-химических основах технологии производства материалов электронной техники;

– установить взаимосвязь параметров технологических процессов со свойствами получаемых материалов;

– изучить конкретные процессы получения материалов электронной техники (получение элементарных полупроводников, соединений $A^{III}B^V$, основных металлов микро- и наноэлектроники, диэлектриков); ознакомить с используемыми видами технологического оборудования;

– ознакомить с перспективами и тенденциями развития технологии материалов электронной техники в связи с современными требованиями микро- и наноэлектроники (металлоорганические соединения, некристаллические материалы, углеродные материалы);

– дать представление об особенностях технологии вспомогательных материалов;

– сформировать навыки экспериментальных исследований свойств материалов электронной техники согласно соответствующему ГОСТу (19658-81 и 26239-84 для кремния, 16153-80 для германия, 25948-83 для GaAs и GaP, и т.д.).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Технология материалов электронной техники» относится к дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части блока Б1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Технология материалов электронной техники» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

ОПК-5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных

ОПК-7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности

ПКВ-2 готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства микроэлектронных приборов и устройств твердотельной электроники

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знать физические закономерности, лежащие в основе технологии изготовления материалов электронной техники
	уметь ориентироваться в многообразии современных технологических методов
	владеть представлениями о тенденциях развития технологии материалов электронной и микроэлектронной техники, материалов наноэлектроники
ОПК-5	знать основные технологические методы и приемы получения материалов с заданными свойствами
	уметь определять оптимальные режимы отдельных технологических методов
	владеть навыками исследования основных характеристик материалов электронной техники
ОПК-7	знать современные разработки в области технологии материалов электронной техники
	уметь проводить исследования параметров материалов электронной техники
	владеть навыками поиска актуальной информации по современным и перспективным технологиям материалов электронной техники
ПКВ-2	знать основное технологическое оборудование
	уметь проводить простейшие расчёты основных технологических процессов
	владеть методиками анализа технологии материалов электронной техники

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технология материалов электронной техники» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий:

очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		6
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа	94	94
Курсовая работа	нет	нет
Контроль	-	-
Вид промежуточной аттестации	зачёт с оценкой	зачёт с оценкой
Общая трудоемкость	час	144
	зач. ед.	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак. зан.	СРС	Всего, час
1	Технология изготовления элементарных полупроводников. Кремний	Физические и химические свойства кремния. Технология выращивания монокристаллического кремния. Тепло- и массообмен при выращивании твердых монокристаллов.				
2	Технология изготовления элементарных полупроводников. Германий	Физические и химические свойства германия. Получение поликристаллического германия. Выращивание монокристаллического германия. Легирование германия.				
3	Технология A ³ B ⁵	Природа полупроводниковых соединений. Свойства полупроводниковых соединений. Особенности технологии соединений. Получение монокристаллов с заданными свойствами.				
4	Технология металлов. Часть 1	Общие вопросы. Алюминий и его соединения.				
5	Технология металлов. Часть 2	Индий. Галлий. Вольфрам.				
6	Технология легирующих примесей	Бор. Фосфор. Мышьяк.				
7	Технология диэлектриков	Диэлектрические свойства материалов. Стеклообразные диэлектрики. Стеклокерамические диэлектрики. Керамические диэлектрики.				
8	Технология углеродных материалов	Модификации угля. Технология поликристаллических алмазов. Технология алмазных и алмазоподобных пленок. Фуллерены.				

9	Технология металлоорганических материалов	Органические соединения элементов 1 группы. Органические соединения элементов 2 группы. Органические соединения элементов 3 группы. Органические соединения элементов 4 группы.				
10	Технология некристаллических и вспомогательных материалов	Технология диспергируемых некристаллических материалов. Технология ленточных некристаллических материалов. Технология очистки газов.				
Итого:			18	18	108	144

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе: «аттестован» / «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	знать физические закономерности, лежащие в основе технологии изготовления материалов электронной техники	от 3 баллов на контрольной работе или выполнении 50% теста	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь ориентироваться в многообразии современных технологических методов	от 3 баллов на контрольной работе или выполнении 50% теста	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть представлениями о тенденциях развития технологии материалов электронной и микроэлектронной техники, материалов нанoeлектроники	от 3 баллов на контрольной работе или выполнении 50% теста	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-5	знать основные технологические методы и приемы получения материалов с заданными свойствами	от 3 баллов на контрольной работе или выполнении 50% теста	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь определять оптимальные режимы отдельных технологи-	от 3 баллов на контрольной ра-	Выполнение работ в срок, предусмотрен-	Невыполнение работ в срок, преду-

	ческих методов	боте или выполнение 50% теста	ный в рабочих программах	смотренный в рабочих программах
	владеть навыками исследования основных характеристик материалов электронной техники	от 3 баллов на контрольной работе или выполнение 50% теста	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-7	знать современные разработки в области технологии материалов электронной техники	от 3 баллов на контрольной работе или выполнение 50% теста	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить исследования параметров материалов электронной техники	от 3 баллов на контрольной работе или выполнение 50% теста	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками поиска актуальной информации по современным и перспективным технологиям материалов электронной техники	от 3 баллов на контрольной работе или выполнение 50% теста	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПКВ-2	знать основное технологическое оборудование	от 3 баллов на контрольной работе или выполнение 50% теста	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить простейшие расчёты основных технологических процессов	от 3 баллов на контрольной работе или выполнение 50% теста	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методиками анализа технологии материалов электронной техники	от 3 баллов на контрольной работе или выполнение 50% теста	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения, 8 семестре для заочной формы обучения по четырех-балльной системе: «отлично» / «хорошо» / «удовлетворительно» / «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	знать физические закономерности, лежащие в основе технологии изготовления материалов электронной техники	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь ориентироваться в многообразии современных технологических методов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть представлениями о тенденциях развития техно-	Решение прикладных задач в кон-	Задачи решены в полном	Продемонстрирован верный ход решения	Продемонстрирован верный ход	Задачи не решены

	логии материалов электронной и микронэлектронной техники, материалов наноэлектроники	кретной предметной области	объеме и получены верные ответы	всех, но не получен верный ответ во всех задачах	решения в большинстве задач	
ОПК-5	знать основные технологические методы и приемы получения материалов с заданными свойствами	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь определять оптимальные режимы отдельных технологических методов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками исследования основных характеристик материалов электронной техники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-7	знать современные разработки в области технологии материалов электронной техники	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь проводить исследования параметров материалов электронной техники	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками поиска актуальной информации по современным и перспективным технологиям материалов электронной техники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПКВ-2	знать основное технологическое оборудование	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь проводить простейшие расчёты основных технологических процессов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методиками анализа технологии материалов электронной техники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

ОПК-1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	
1	Для получения кремния марки КЭФ в качестве примеси используется: 1) бор; 2) бром; 3) фтор; 4) фосфор; 5) алюминий.
2	Химическая формула силана 1) SiCl_4 ; 2) SiH_4 ; 3) SiHCl_3 ; 4) SiBr_4 ; 5) SiH_2Cl_2 .
3	После глубокой очистки GeCl_4 из него получают GeO_2 методом: 1) химического транспорта; 2) окисления; 3) восстановления; 4) пиролиза; 5) гидролиза.
4	Основным промышленным методом получения полупроводникового Si является его восстановление из: 1) SiCl_4 ; 2) SiHCl_3 ; 3) SiH_2Cl_2 ; 4) SiH_4 ; 5) SiBr_4 .
5	Растворитель, используемый при выращивании кристаллов из раствора, должен: 1) иметь высокий коэффициент распределения; 2) повышать температуру плавления; быть нейтральной примесью; 4) быть электрически активным; 5) выпадать в виде включений второй фазы.
6	Постоянство состава монокристалла, выращиваемого с использованием методов подпитки, достигается: 1) изменением скорости роста; 2) изменением эффективного коэффициента распределения примеси; 3) постоянством состава расплава; 4) постоянством температуры расплава; 5) постоянством скорости роста.
7	Активным методом выравнивания состава монокристалла не является метод: 1) программирования кристаллизационного процесса; 2) подпитки расплава твердой фазой; 3) подпитки расплава жидкой фазой; 4) подпитки расплава газовой фазой; 5) выращивания кристалла малого объема по сравнению с объемом расплава.
8	Метод жидкостной герметизации является разновидностью метода:

	<ul style="list-style-type: none"> 1) Бриджмена; 2) горизонтальной направленной кристаллизации; 3) Чохральского; 4) горизонтальной зонной плавки; 5) бестигельной зонной плавки.
9	<p>Уменьшение диаметра монокристалла, выращиваемого методом Чохральского, происходит при:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) повышении температуры расплава; 2) понижении скорости кристаллизации; 3) повышении скорости вращения монокристалла; 4) повышении скорости вращения тигля; 5) понижении давления.
10	<p>Обратный конус при росте кристаллов по методу Чохральского создается для:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) получения равновесного распределения примесей; 2) снижения плотности дислокаций; 3) получения равномерного распределения дислокаций; 4) экономии материала; 5) преодоления поверхностного натяжения расплава.
ОПК-5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	
11	<p>Преимущества метода горизонтальной направленной кристаллизации заключаются в:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) отсутствии в монокристалле механических напряжений; 2) возможности выращивания монокристаллов различающихся соединений; 3) возможности получения кристаллов с равномерным распределением примесей; 4) возможности получения кристаллов с минимальной плотностью дислокаций; 5) отсутствии загрязнений примесями тигля.
12	<p>К методам направленной кристаллизации не относится метод:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Бриджмена; 2) горизонтальной направленной кристаллизации; 3) химического транспорта; 4) Чохральского; 5) зонной плавки.
13	<p>Ячеистая субструктура распределения примеси в монокристалле возникает вследствие:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) эффекта грани; 2) канальной неоднородности; 3) концентрационного переохлаждения; 4) наличия дислокаций; 5) наличия дефектов упаковки.
14	<p>Изменение приведенной скорости кристаллизации приводит к изменению:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) коэффициента диффузии примеси; 2) равновесного коэффициента распределения примеси; 3) эффективного коэффициента распределения примеси; 4) температуры расплава; 5) концентрации примеси в расплаве.
15	<p>Для разложения германиевого концентрата в классической технологии используют: концентрированную HCl дистиллированную воду фильтры аммиак</p>
16	<p>При охлаждении внешней части монокристалла относительно внутренней возникают сдвиговые напряжения вида: полос звезды кругов точек</p>
17	<p>Метод Бриджмена предполагает:</p>

	<p>вытягивание монокристалла из раствора осаждение монокристаллических плёнок из газовой фазы вертикальную и горизонтальную направленную кристаллизацию локальный перегрев областей кристалла с последующим испарением</p>
18	<p>Реакция типа $A_T + B_T = AB_T$ относится к: прямому синтезу косвенному синтезу методам окисления методам растворения</p>
19	<p>Фуллерен – это молекула CH_4 C_{60} Fe_2O_3 графита</p>
20	<p>Метод спиннингования некристаллических материалов относится к: технологии ленточных некристаллических материалов технологии алмазных плёнок технологии кремниевых монокристаллов технологии очистки воды для полупроводникового производства</p>
<p>ОПК-7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности</p>	
1	<p>Пристенный слой жидкости, в котором происходит изменение температуры от ее значения на поверхности твердого тела до температуры в основном потоке называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) диффузионным пограничным слоем; 2) динамическим пограничным слоем; 3) тепловым пограничным слоем; 4) ламинарным слоем; 5) конвективным слоем.
2	<p>Экстракция – это процесс:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) перегонки вещества через газовую фазу; 2) поглощения вещества на границе двух фаз; 3) избирательного извлечения вещества в жидкую фазу; 4) кристаллизационной очистки; 5) разделения, основанный на различии коэффициентов диффузии разделяемых веществ.
3	<p>Преимущества ректификации в сравнении с очисткой дистилляцией заключаются в:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) использовании более дешевого оборудования; 2) возможности разделения смесей, имеющих различие в температурах кипения компонентов менее $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$; 3) ускорении процесса очистки; 4) возможности разделения любых смесей, имеющих разные температуры кипения компонентов; 5) возможности разделять азеотропы.
4	<p>Кристаллизационные методы очистки основаны на:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) испарении примеси из расплава; 2) различии в температурах расплава и кристалла; 3) разной растворимости примеси в твердой и жидкой фазах, находящихся в равновесии; 4) законах Фика; 5) том, что примеси не растворяются в жидкой фазе.
5	<p>После однократной зонной плавки примесь по длине кристалла распределяется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) равномерно; 2) по степенному закону: при $k > 1$ концентрация примеси уменьшается, при $k < 1$ – растет; 3) по степенному закону: при $k > 1$ концентрация примеси увеличивается, при $k < 1$ – падает; 4) по экспоненциальному закону: при $k > 1$ концентрация примеси уменьшается, при $k < 1$ – возрастает; 5) по экспоненциальному закону: при $k > 1$ концентрация примеси растет, при $k < 1$ – падает.
6	<p>Из Si зонной плавкой легче всего удалить:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) В ($k_0 = 0,8$);

	<p>2) P ($k_0 = 0,35$); 3) As ($k_0 = 0,3$); 4) Au ($k_0 = 2,5 \cdot 10^{-5}$); 5) Zn ($k_0 = 4 \cdot 10^{-4}$).</p>
7	<p>Атомно-гладкие грани, не имеющие ступеней, называются:</p> <p>1) идеальными; 2) сингулярными; 3) вицинальными; 4) несингулярными; 5) невицинальными.</p>
8	<p>Максимальную скорость роста имеют грани:</p> <p>1) имеющие выход винтовой дислокации; 2) имеющие выход краевой дислокации; 3) сингулярные; 4) несингулярные; 5) вицинальные.</p>
9	<p>Пресыщение растворов определяется:</p> <p>1) $\alpha = \Delta T$; 2) $\alpha = C - C_0$; 3) $\alpha = P - P_0$; 4) $\alpha = C/P$; 5) $\alpha = P/C$.</p>
10	<p>Необходимое условие, которое должно выполняться при нейтронном радиационном легировании полупроводников:</p> <p>1) нестабильные изотопы должны быть долгоживущими; 2) диффузионная длина пробега нейтронов в материале должна быть меньше размеров кристалла; 3) концентрация примесей в исходном материале должна быть много больше концентрации, вводимой при радиационном легировании; 4) низкий уровень радиоактивности или быстрое его снижение; 5) низкая плотность дислокаций в исходном материале.</p>
<p>ПКВ-2 готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства микроэлектронных приборов и устройств твердотельной электроники</p>	
11	<p>Отжиг радиационно-легированного Si проводится с целью:</p> <p>1) разгонки примеси; 2) отжига радиационных дефектов; 3) снижения уровня радиации; 4) снижения механических напряжений; 5) повышения конструкционной прочности.</p>
12	<p>Неоднородное распределение примеси по поперечному сечению монокристалла, выращенного из расплава, является следствием:</p> <p>1) наличия дислокаций; 2) наличия дефектов упаковки; 3) эффекта грани; 4) колебаний температуры расплава; 5) колебаний скорости роста.</p>
13	<p>Метод прокатки расплава используется для получения:</p> <p>ленточных кристаллических материалов ленточных некристаллических материалов диспергируемых некристаллических материалов диспергируемых некристаллических материалов</p>
14	<p>В производстве ИС в США приемлемой считается вода с удельным сопротивлением:</p> <p>14-18 Мом 1 кОм 0 Ом 10 Гом</p>

15	Выберите тип атмосферы, в котором обычно наносят плёнки SiO ₂ : защитная окислительная восстановительная загрязнённая
16	MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ относят к веществам типа: керамика стеклокерамика стекло монокристалл
17	Арсин имеет химическую формулу: FeP PH ₃ Mg ₃ As ₂ AsH ₃
18	При травлении германия на плоскости (111) характерная форма дислокационных ямок (вид сверху): овалы прямоугольники треугольники чёрточки
19	Галогенид кремния, широко используемый в современной технологии: SiH ₄ SiF ₄ SiI ₄ SiBr ₄
20	Галогенид кремния, который использовался на заре кремниевой технологии: SiH ₄ SiF ₄ SiI ₄ SiBr ₄

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

ОПК-1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики Основные свойства кремния

- 1 Кремний + кислород
- 2 Кремний + галогены
- 3 Кремний + водород
- 4 Кремний + водород + галогены
- 5 Растворение кремния
- 6 Силиконы
- 7 Технология поликристаллического германия (этапы)
- 8 Технология поликристаллического кремния (этапы)
- 9 Зонная очистка германия
- 10 Зонная очистка кремния

ОПК-5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных

- 11 Основные операции получения кремния
- 12 Тетрахлоридный метод получения кремния
- 13 Трихлорсилановый метод получения кремния
- 14 Методы получения германия п/п чистоты
- 15 Метод Бриджмена

- 16 Метод Чохральского
- 17 Метод БЗП
- 18 Галогениды кремния. Сравнение особенностей.
- 19 Соединения кремния с водородом
- 20 Соединения кремния с водородом и галогенами

ОПК-7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности

- 21 Технология выращивания монокристаллов кремния
- 22 Дендриты при выращивании монокристаллов кремния
- 23 Перспективные для полупроводникового производства двойные тетраэдрические фазы
- 24 Образование тройных тетраэдрических фаз для перспективной полупроводниковой технологии
- 25 Прямой синтез полупроводниковых соединений (схемы реакций)
- 26 Косвенный синтез полупроводниковых соединений (схемы реакций)
- 27 Гетероструктуры на полупроводниковых соединениях
- 28 Особенности выращивания монокристаллов соединений
- 29 Эпитаксиальные структуры на полупроводниковых соединениях – схема получения
- 30 МОС-гидридная эпитаксия

ПКВ-2 готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства микроэлектронных приборов и устройств твердотельной электроники

- 31 УНТ как перспективное направление технологии МЭТ – методы синтеза
- 32 Технология современных металлов для электронной техники
- 33 Индий как перспективный материал прозрачных проводящих металлооксидов
- 34 Схема получения титана для МЭТ
- 35 Стеклообразные диэлектрики в полупроводниковой технологии
- 36 Особенности термообработки при стеклообразовании
- 37 Керамика как перспективный материал ЭТ
- 38 Технология алмазных и алмазоподобных плёнок для МЭТ
- 39 Фуллерены как перспективное направление МЭТ
- 40 Органические соединения в полупроводниковой технологии – особенности процессов

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

ОПК-1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

- 1 Номенклатура МЭТ

- 2 Классификация МЭТ
- 3 Общие требования к материалам электронной техники
- 4 Свойства индивидуальных веществ, используемых в электронной технике
- 5 Свойства смесей, используемых в электронной технике
- 6 Чистота материалов электронной техники
- 7 Классификация материалов по их чистоте
- 8 Теория подобия
- 9 Основные подходы к моделированию технологических процессов
- 10 Оборудование, используемой в технологии МЭТ

ОПК-5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных

- 11 Разделение гетерогенных систем в гравитационном поле
- 12 Разделение гетерогенных систем в центробежном поле
- 13 Разделение гетерогенных систем в электрическом поле
- 14 Процессы фильтрования
- 15 Промывка осадков для получения МЭТ
- 16 Процессы переноса вещества
- 17 Движущая сила массопереноса. Методы ее расчета
- 18 Абсорбция
- 19 Экстракция
- 20 Процессы перегонки жидкостей в технологии МЭТ

ОПК-7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности

- 21 Ректификация. Расчёт технологии процесса
- 22 Методы высушивания влажных материалов и сред
- 23 Адсорбция
- 24 Ионный обмен
- 25 Технология кристаллизации из раствора
- 26 Технология кристаллизации из расплава
- 27 Получение однородно легированных по длине монокристаллов
- 28 Химические транспортные реакции
- 29 Разрядно-дуговой метод в технологии УНТ
- 30 Метод лазерной абляции в технологии УНТ

ПКВ-2 готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства микроэлектронных приборов и устройств твердотельной электроники

- 31 Метод осаждения из газовой фазы в технологии УНТ
- 32 Технология воды высокой очистки
- 33 Методы очистки водорода
- 34 Методы очистки аргона

- 35 Типы атмосферы в полупроводниковой промышленности
- 36 Технология ленточных некристаллических материалов
- 37 Технология диспергированных некристаллических материалов
- 38 Технология органических соединений селена и теллура
- 39 Метод нагретой нити в технологии алмазных плёнок
- 40 Получение алмазоподобных плёнок из ацетилена или при разложении бутана

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

ОПК-1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	
1.	По каким характеристикам Ge разделяют на группы промышленных марок?
2.	Какие структурные дефекты являются основными для совершенной структуры Ge?
3.	В методе химического травления при определении плотности дислокаций как устанавливается образец? (что будет видно в поле микроскопа)?
4.	Селективный травитель для Ge? Зачем он нужен?
5.	Полосы скольжения в Ge (откуда берутся и как выглядят)?
6.	Какое расхождение диаметра монокристалла Ge допускается по слитку?
7.	Методы определения дислокаций в Ge (5 шт.)?
8.	Как полируют образец Ge для дальнейшего химического травления?
9.	Типы картин распределения дислокаций? (с пояснениями)
10.	Как влияет плотность дислокаций на удельное сопротивление и время жизни неосновных носителей заряда? (с графиком)
11.	Физические свойства германия
12.	Получение двуокиси германия
13.	Получение тетраоксида германия
14.	Сырьевые источники германия
15.	Схема получения поликристаллического германия
16.	Разложение германиевого концентрата
17.	Дистилляция тетраоксида германия
18.	Ректификация тетраоксида германия
19.	Параметры гидролиза тетраоксида германия
20.	Получение германия из двуокиси
21.	Параметры контроля поликристаллического германия
22.	Зонная очистка германия
23.	Метод Чохральского для Ge – основные положения
24.	Параметры затравки
25.	Дефекты в германии
26.	Легирование германия
27.	Основные свойства кремния
28.	Кремний + кислород
29.	Кремний + галогены
30.	Кремний + водород
31.	Кремний + водород + галогены
32.	Растворение кремния
33.	Силиконы
34.	Основные операции получения кремния
35.	Тетрахлоридный метод получения кремния
36.	Трихлорсилановый метод получения кремния
37.	Водородное восстановление летучих хлоридов кремния
38.	Силановый метод получения кремния
39.	Монокристаллический кремний
40.	Вертикальный метод Бриджмена
41.	Горизонтальный метод Бриджмена
42.	Метод Чохральского для кремния

43.	Метод жидкофазной герметизации кремния
44.	Гарнисажный метод кремния
45.	Вертикальная безтигельная зонная плавка кремния
46.	Горизонтальная зонная плавка кремния
47.	Преимущества метода Чохральского перед другими методами получения монокристаллов?
48.	Что и как влияет на появление кристаллов у стенок тигля?
49.	Какие параметры процесса необходимо менять в процессе выращивания кристалла?
50.	Чем ограничивается скорость роста кристалла из расплава? (2 фактора и 2 рисунка)
51.	Взаимосвязь между температурой расплава, скоростью вытягивания и диаметром кристалла (2-3 варианта)
52.	При плоском фронте кристаллизации как появляется жидкий столбик?
53.	Если скорость вытягивания и величина теплоотведения через кристалл постоянны, чему будет пропорционален радиус растущего кристалла?
54.	Допустимые колебания диаметра кристалла и температуры перегрева
55.	Как получить максимальную скорость вытягивания кристалла?
56.	Что учитывается при вытягивании из легированного расплава?
57.	2 промышленных метода эпитаксии GaAs (с пояснениями)
58.	Автоэпитаксия
59.	На чем проводят гетероэпитаксию GaAs?
60.	Метод Нельсона в ж.ф.э + схема
61.	Преимущества ж.ф.э. (4 шт.)
62.	Недостатки ж.ф.э. (2 шт.)
63.	Хлоридный метод эпитаксии + схема
64.	Хлоридно-гидридный метод эпитаксии + схема
65.	МОС-гидридный метод эпитаксии + схема
66.	Примеры твердых растворов на GaAs
67.	Какие фазовые свойства плавно меняются в $GaAs_{1-x}P_x$?
68.	Состав $GaAs_{1-x}P_x$, соответствующий излучению красного цвета
69.	Можно ли получить монокристалл с составом $GaAs_{1-x}P_x$ и как получить этот состав?
70.	Ионные формулы соединений (пример)
71.	Электроотрицательность
72.	Если электроотрицательность растет, то доля ионной связи... и ширина запрещенной зоны...
73.	Как определить соединение с полупроводниковыми свойствами по диаграмме состояний?
74.	Конгруэнтность плавления
75.	Диаграмма состояния компонентов А и В с избытком В, S1S2S3S4, S2-S3, S3-S4
76.	3 условия совершенного кристалла п/п соединения
77.	2 правила образования п/п тетраэдрических фаз
78.	В формуле $A_{1-x-y-z}B_xC_yD_z$... что обозначают А,В,С... и x,y,z...?
79.	Правило Гримма-Зоммерфельда
80.	Формула двойной фазы
81.	Формула тройной фазы
82.	В тройной фазе элемент C_v может замещать...
83.	Дефектная фаза
84.	Условия возникновения тройных тетраэдрических фаз (4 шт)
85.	Пример непрерывного твердого раствора для 2К системы
86.	Пример непрерывного твердого раствора для 2А системы
87.	Пример концентрационного треугольника
ОПК-5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	
88.	Свойства п/п соединений
89.	3 особенности технологии п/п соединений
90.	Прямой синтез + примеры
91.	Косвенный синтез + примеры
92.	Диссоциация соединений
93.	Примесные и собственные точечные дефекты в АЗВ5
94.	Выращивание монокристаллов соединений классическим методом
95.	Металлическая запаянная ампула
96.	Основные положения метода ж.ф. герметизации
97.	Требования к флюсу при ж.ф. герметизации
98.	Что понимают под связанными и несвязанными металлами (+ примеры)
99.	Редкие металлы
100.	Полиметаллическая руда – это

101.	На чем основываются при разработке технологии Me?
102.	Что понимают под обогащением руды
103.	Что понимают под разложением рудного концентрата
104.	Пирометаллургические процессы – основные положения
105.	Гидрометаллургические процессы - основные положения
106.	Что происходит с Me в реакции с серной кислотой
107.	Что происходит с Me в реакции с соляной кислотой
108.	Что происходит с Me в реакции с плавиковой кислотой
109.	Что происходит с Me в реакции с азотной кислотой
110.	Что происходит с Me в реакции с раствором щелочей
111.	Как получить чистое химическое соединение Me (кратко)
112.	Кристаллизация химических соединений Me – это
113.	3 способа получить Me из химических соединений
114.	Область применения Al
115.	Свойства Al
116.	Способы получения технического глинозема (2 шт)
117.	Получение металлического Al (без доп. р-ий)
118.	Область применения In
119.	Свойства In
120.	Получение In-концентратов
121.	Получение технического In и In ВЧ
122.	Получение In из отходов п/п производства
123.	Область применения Ga
124.	Свойства Ga
125.	Получение Ga -концентратов
126.	Получение технического Ga и Ga ВЧ
127.	Получение Ga из отходов п/п производства
128.	Область применения W
129.	Свойства W
130.	Переработка W -концентратов
131.	Металлический W
132.	Область применения Mo
133.	Свойства Mo
134.	Область применения Ta и Nb
135.	Свойства Ta и Nb
136.	Область применения Ti
137.	Свойства Ti
138.	Обогащение руды Ti
139.	Как получить TiO ₂
140.	Получение металлического Ti
141.	Области применения Cu
142.	Свойства Cu
143.	Применение бора и его соединений
144.	Свойства бора
145.	Минералы бора
146.	Получение элементарного бора
147.	Получение бора ВЧ
148.	Получение гидридов бора
149.	Применение фосфора
150.	Свойства фосфора
151.	Получение фосфора
152.	Получение фосфора ВЧ
153.	Получение гидрида фосфора
154.	Применение мышьяка
155.	Свойства мышьяка
156.	Получение мышьяка
157.	Получение гидрида мышьяка
158.	Поляризация
159.	Виды поляризации
160.	Диэлектрическая проницаемость

161.	Пробой диэлектрика
162.	Элементарные стекла
163.	Стекло
164.	Оксидные стекла
165.	Халькогенидные стекла
166.	Оксихалькогенидные стекла
167.	Галогенидные стекла
168.	Полимерные стекла
169.	Затверждение
170.	Размягчение
171.	Условно стеклообразующий материал
172.	Процесс стеклообразования
173.	Расстекловывание
174.	Критерии оксида, склонного к стеклообразованию
175.	Общая химическая формула стекла
176.	Силикатное стекло
177.	Боратное стекло
178.	Фосфатное стекло
179.	Халькогенидное стекло
180.	Природа стеклокерамики
181.	Ситалл
182.	Катализация зародышеобразования
183.	Типы катализаторов
184.	Термообработка для изготовления стеклокерамики (3 стадии)
185.	Стеклокерамические системы (пример)
186.	Особенности керамических диэлектриков
ОПК-7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	
187.	Керамика
188.	Технология керамики
189.	Виды керамики
190.	Органические диэлектрики (основные особенности)
191.	Органические диэлектрики – примеры
192.	Компаунды
193.	Лаки
194.	Модификации углерода
195.	Исходное сырье для поликристаллических алмазов
196.	Структура карбина
197.	Первая стадия спекания алмазного микропорошка
198.	Вторая стадия спекания алмазного микропорошка
199.	Условия получения алмазных пленок
200.	Осаждение алмазных и алмазоподобных пленок из газовой фазы
201.	Метод высокотемпературного осаждения
202.	Метод ХТР
203.	Метод низкотемпературного осаждения
204.	Фуллерены
205.	Нанотрубка это ...
206.	Виды нанотрубок
207.	Разрядно-дуговой метод получения нанотрубок
208.	метод лазерной абляции при получении нанотрубок
209.	Метод осаждения из газовой фазы при получении нанотрубок
210.	Органические соединения 1 группы
211.	Органические соединения 2 группы
212.	Органические соединения 3 группы
213.	Органические соединения 4 группы
214.	Органические соединения 5 группы
215.	Органические соединения селена и теллура
216.	Органические соединения переходных металлов
217.	Технология диспергируемых некристаллических материалов
218.	Технология ленточных некристаллических материалов

219.	Технология очистки газов
220.	Технология воды высокой чистоты
ПКВ-2 готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства микроэлектронных приборов и устройств твердотельной электроники	
1.	Номенклатура, классификация и общие требования к материалам электронной техники
2.	Свойства индивидуальных веществ и их смесей, используемых в электронной технике
3.	Чистота материалов. Классификация материалов по их чистоте
4.	Теория подобия. Основные подходы к моделированию технологических процессов
5.	Разделение гетерогенных систем в гравитационном, центробежном и электрическом полях
6.	Процесс фильтрации. Промывка осадков
7.	Процессы переноса вещества
8.	Движущая сила массопереноса. Методы ее расчета
9.	Абсорбция
10.	Экстракция
11.	Перегонка жидкостей
12.	Ректификация
13.	Высушивание влажных материалов
14.	Адсорбция
15.	Ионный обмен
16.	Кристаллизация из растворов
17.	Кристаллизация из расплавов
18.	Получение однородно легированных по длине монокристаллов
19.	Химические транспортные реакции
20.	Процессы очистки, основанные на фазовом переходе жидкость – пар
21.	Получение эпитаксиальных слоев, пленок и монокристаллов (из паровой фазы, из паро-газовой фазы)
22.	Основы атомно-молекулярных процессов кристаллизации
23.	Ионные процессы получения и обработки материалов

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Метод контроля знаний типа «Экзамен» в данном курсе не предусмотрен.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по вопросам, 5 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 5.

1. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 3 баллов.
2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал 3 балла и выше.

Так же для оценивания знаний могут использоваться тестовые материалы. Для получения оценки «Зачтено» студент должен решить более 75 % теста.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Технология изготовления элементарных полупроводников. Кремний	ОПК-1, ОПК-5, ОПК-7, ПКВ-2	Тест, контрольная работа, защита реферата
2	Технология изготовления элементарных полупроводников. Германий	ОПК-1, ОПК-5, ОПК-7, ПКВ-2	Тест, контрольная работа, защита реферата
3	Технология A^3B^5	ОПК-1, ОПК-5, ОПК-7, ПКВ-2	Тест, контрольная работа, защита реферата
4	Технология металлов. Часть 1	ОПК-1, ОПК-5, ОПК-7, ПКВ-2	Тест, контрольная работа, защита реферата
5	Технология металлов. Часть 2	ОПК-1, ОПК-5, ОПК-7, ПКВ-2	Тест, контрольная работа, защита реферата
6	Технология легирующих примесей	ОПК-1, ОПК-5, ОПК-7, ПКВ-2	Тест, контрольная работа, защита реферата
7	Технология диэлектриков	ОПК-1, ОПК-5, ОПК-7, ПКВ-2	Тест, контрольная работа, защита реферата
8	Технология углеродных материалов	ОПК-1, ОПК-5, ОПК-7, ПКВ-2	Тест, контрольная работа, защита реферата
9	Технология металлоорганических материалов	ОПК-1, ОПК-5, ОПК-7, ПКВ-2	Тест, контрольная работа, защита реферата
10	Технология некристаллических и вспомогательных материалов	ОПК-1, ОПК-5, ОПК-7, ПКВ-2	Тест, контрольная работа, защита реферата

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном/электронном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1 Новокрещенова, Е.П. Технология материалов электронной техники : Учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2009. - 222 с. - 100-00.

2 Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем [Текст] : учебное пособие : рекомендовано Учебно-методически объединением. Ч. 2 : Элементы и маршруты изготовления кремниевых ИС и методы их математического моделирования / под общ. ред. Ю. А. Чаплыгина. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 (Вологда : Произв. фирма "Полиграфист", 2009). - 422 с. : ил. - Библиогр.: с. 416-422 (68 назв.). - ISBN 978-5-94774-585-6 (Ч. 2). - ISBN 978-5-94774-583-2 : 308-88.

3 Александров, С.Е. Технология полупроводниковых материалов [Электронный ресурс] . - М. : Лань, 2012. - 230 с. : ил., табл. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 227 (3 назв.). - ISBN 978-5-8114-1290-7. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3554

4 Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств [Электронный ресурс] / Юрков Н. К., - 2-е изд., испр. и доп. - : Лань, 2014. - 480 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-1552-6. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=41019

5 Методические указания к выполнению лабораторных работ № 3-4 по дисциплине "Технология материалов электронной техники" для студентов направления 11.03.04 "Электроника и наноэлектроника" (направленность "Микроэлектроника и твердотельная электроника") очной формы обучения [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т", каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники ; сост. : А. А. Винокуров, Е. Ю. Плотникова. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2017. - 23 с. : ил. - Библиогр.: 3 назв.

6 Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-2 по дисциплине "Технология материалов электронной техники" для студентов направления 11.03.04 "Электроника и наноэлектроника" (направленность "Микроэлектроника и твердотельная электроника") очной формы обучения [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т", каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники ; сост. : А. А. Винокуров, Е. Ю. Плотникова. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2017. - 32 с. : ил. - Библиогр.: 2 назв.

7 Энциклопедия технологии полупроводниковых материалов : Пер. с англ. Э.П. Домашевский. Т. 1 : Электронная структура и свойства полупроводников /

Под ред. К. А. Джексона, В. Шретера. - Воронеж : Изд-во "Водолей", 2004. - 982 с. - ISBN 5-88563-041-0 : 1500.00.

8 Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Технология материалов электронной техники" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники; Сост. Е. П. Новокрещенова. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2010. - 49 с. - 26 экз., 00-00.

9 Подвигалкин, В. Я. Толстые плёнки радиоэлектроники. Физико-технические основы, гетероструктурные среды, приложения [Электронный ресурс] / Подвигалкин В. Я., - 1-е изд. - : Лань, 2017. - 212 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-2404-7. URL: <https://e.lanbook.com/book/91290>

10 Шилова, О. А. Золь-гель технология микро- и нанокompозитов [Электронный ресурс] / Шилова О. А., - 1-е изд. - : Лань, 2013. - 304 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-1417-8. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=12940

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены на сайте: <http://cchgeu.ru/education/programms/mte/?docs>

Статьи по различным тематикам, в том числе и по материалам, с обновлением списка статей по мере их выхода по всему миру: <https://www.researchgate.net/directory/publications>

Статьи в открытом доступе: www.mdpi.com

Все необходимые и достаточные для получения знаний (формирования компетенций) материалы также приведены в соответствующем разделе предмета, закрепленном за группой в системе ЭИОС ВГТУ.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой

Класс, оснащенный оборудованием и материалами для проведения практических занятий.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические работы выполняются на лабораторном оборудовании (ПК) в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Контроль усвоения материала дисциплины производится решением тестов и практических заданий, примеры которых приведены в данной рабочей программе и в блоке с оценочными материалами.

Освоение дисциплины оценивается на зачете для очной формы обучения.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.