

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета Небольсин В.А.
«30» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

« Электронные и ионные процессы в полупроводниках »

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Профиль Микроэлектроника и твердотельная электроника

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2017

Автор программы  / Т.В. Свистова /

Заведующий кафедрой
Полупроводниковой элек-
троники и наноэлектроники  / С. И Рембеза /

Руководитель ОПОП  / С.И Рембеза /

Воронеж 2017

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины: дать студентам физическое представление об имплантации, оборудовании и методах контроля структур.

1.2. Задачи освоения дисциплины: ознакомить студентов с процессами, которые лежат в основе электронных приборов и самостоятельно ориентироваться в области технологии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Электронные и ионные процессы в полупроводниках» относится к вариативной части блока Б1 учебного плана. Индекс дисциплины Б1.В.ДВ.7.2.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Электронные и ионные процессы в полупроводниках» 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;

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

ПКВ-3: способность идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики, проектирования, технологии изготовления и применения микроэлектронных приборов и устройств.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знать физические основы электронно-лучевых и ионно-лучевых технологий;
	уметь применять в технологии процессы электронно-лучевой обработки;
	владеть электронно-зондовыми методами анализа веществ.
ПКВ-2	знать общие принципы построения электронно-лучевых и ионно-лучевых установок;
	уметь применять ионное распыление при получении тонких пленок;
	владеть ионно-лучевыми методами осаждения покрытий.
ПКВ-3	знать принципы электронно-лучевой литографии;
	уметь применять технологии, построенные на использовании ионных пучков;
	владеть методами расчета и контроля процесса ионной имплантации.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Электронные и ионные процессы в полупроводниках» составляет 3 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	54	54
Курсовая работа	-	-
Вид промежуточной аттестации - зачет	-	-
Общая трудоемкость час	108	108
зач. ед.	3	3

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.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Физические основы электронно-лучевых технологий.	Введение. Цели и задачи изучения учебного курса. Общая характеристика и особенности электронно-ионно-лучевых технологий. Процессы, происходящие при бомбардировке вещества электронами, и возможности их использования в технологии. Общие принципы построения электронно-лучевых установок. Классификация электронных пушек по параметрам электронных пучков и типам эмиттеров.	4	6	6	16	32
2	Процессы и технологии электронно-лучевой обработки.	Электронно-лучевое испарение материалов (ЭЛИ). Нанесение покрытий из сплавов и химических соединений. Обработка несфокусированным пучком. Электронно-лучевая обработка. Термическая размерная электронно-лучевая обработка. Размерная обработка массивных образцов. Размерная обработка тонких слоев. Нетермические электронные процессы и технологии. Реакции, индуцированные радикалами. Электронно-стимулированное травление. Электронно-лучевая литография. Электронно-зондовые методы анализа веществ	4	4	4	14	26
3	Физические основы ионно-лучевых тех-	Физические основы взаимодействия ионов с веществом. Механизмы передачи их энергии твердому телу. Линейные потери энергии ионов при торможении. Воздействие	4	4	4	12	24

	нологий.	ускоряющего потока ионов на твердые тела: разрушение, эмиссия ионов, разогрев тел и модификация поверхностных слоев. Пространственное распределение термализованных ионов и их функция энергоснабжения. Классификация радиационных дефектов и механизмы их генерации. Каскадные процессы. Разупорядоченные области. Аморфизация. Ионно-лучевые установки. Газоразрядные источники ионов и ионные пучки, ускорители ионов. Ионная и электронная оптика. Основные технологии, построенные на использовании ионных пучков.					
4	Ионно-лучевые процессы и технологии.	Имплантация ускоренных ионов в твердое тело. Теоретические основы процесса имплантации ускоренных ионов. Имплантация и отжиг дефектов. Имплантация в режиме ядер отдачи. Высокодозная имплантация. Ионное перемешивание. Сегрегационные процессы. Современный имплантер. Пространственное распределение примесей. Ионное легирование полупроводников. Модифицирование физико-химических свойств металлов с помощью ионной имплантации. Ионно-лучевая литография. Ионный синтез, ионная металлургия, ионная эпитаксия. Ионное распыление материалов. Ионное травление поверхности. Ионно-лучевые методы осаждения покрытий. Ионное распыление и получение тонких пленок. Технология и оборудование магнетронного распыления. Высокочастотное распыление. Вакуумно-дуговое осаждение покрытий из плазмы материала электродов.	6	4	4	12	26
Итого			18	18	18	54	108

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Моделирование взаимодействия электронного пучка с веществом методом Монте-Карло.
2. Компьютерное моделирование распыления твердых тел ионным пучком.
3. Моделирование взаимодействия ионов с поверхностью кристаллов.
4. Металлизация отверстий и кромок в пластинах кремния методами вакуумного распыления металлов.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины «Электронные и ионные процессы в полупроводниках» не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) и контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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 основы электронно-лучевых и ионно-лучевых технологий;	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение теста на 40 - 100% Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40 % правильных ответов Решено менее 3 заданий из 5
	уметь применять в технологии процессы электронно-лучевой обработки;	Обработка результатов измерений, анализ полученных данных, учет погрешности измерений.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть электронно-зондовыми методами анализа веществ.	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение теста на 40 - 100% Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40 % правильных ответов Решено менее 3 заданий из 5
ПКВ-2	знать общие принципы построения электронно-лучевых и ионно-лучевых установок;	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение теста на 40 - 100% Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40 % правильных ответов Решено менее 3 заданий из 5
	уметь применять ионное распыление при получении тонких пленок;	Обработка результатов измерений, анализ полученных данных	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть ионно-лучевыми методами осаждения покрытий.	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение теста на 40 - 100% Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40 % правильных ответов Решено менее 3 заданий из 5
ПКВ-3	знать принципы электронно-лучевой литографии;	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение теста на 40 - 100% Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40 % правильных ответов Решено менее 3 заданий из 5
	уметь применять технологии, построенные на использовании ионных пучков;	Обработка результатов измерений, анализ полученных данных	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами расчета и контроля процесса ионной имплантации.	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение теста на 40 - 100% Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40 % правильных ответов Решено менее 3 заданий из 5

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-1	знать физические основы электронно-лучевых и ионно-лучевых технологий;	Тест	Выполнение теста на 70 - 100 %	Выполнение менее 70 %
	уметь применять в технологии процессы электронно-лучевой обработки;	Решение стандартных практических задач	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть электронно-зондовыми методами анализа веществ.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПКВ-2	знать общие принципы построения электронно-лучевых и ионно-лучевых установок;	Тест	Выполнение теста на 70 - 100 %	Выполнение менее 70 %
	уметь применять ионное распыление при получении тонких пленок;	Решение стандартных практических задач	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть ионно-лучевыми методами осаждения покрытий.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПКВ-3	знать принципы электронно-лучевой литографии;	Тест	Выполнение теста на 70 - 100 %	Выполнение менее 70 %
	уметь применять технологии, построенные на использовании ионных пучков;	Решение стандартных практических задач	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами расчета и контроля процесса ионной имплантации.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продemonстрирован 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

1	При малых энергиях ионов преобладающим является 1) ядерное торможение 2) электронное торможение 3) примесное торможение 4) фундаментальное торможение
2	При больших энергиях ионов преобладающим является 1) ядерное торможение 2) электронное торможение 3) примесное торможение 4) фундаментальное торможение
3	Распределение внедренных ионов по глубине определяется 1) величиной ускоряющего напряжения 2) направлением движения падающих ионов относительно кристаллографической оси мишени 3) температурой мишени 4) остаточным давлением газов 5) током ионного пучка

4	При эффекте каналирования преобладает 1) ядерное торможение 2) электронное торможение 3) примесное торможение 4) фундаментальное торможение
5	Величина критического угла вхождения ионов в канал (при эффекте каналирования) составляет 1) менее 3-6 градусов 2) в пределах 3 градусов 3) в пределах 3-6 градусов
6	На эффект каналирования влияет 1) плотность мишени 2) температура мишени 3) наличие дефектов в объеме мишени 4) наличие дефектов на поверхности мишени 5) доза облучения
7	К электронно-зондовым методам анализа относят 1) вторичную ионную масс-спектрометрию 2) рентгеновский спектральный микроанализ 3) электронную оже-спектроскопию 4) вторичную-эмиссионную электронную микроскопию 5) просвечивающую электронную микроскопию
8	Какие источники электронов могут использоваться в ЭЛУ? 1) плазменные 2) вольфрамовые термокатоды 3) гексаборидлантановые 4) вольфрам-бариевые термокатоды 5) автоэмиссионные
9	Основной механизм торможения первичных электронов в веществе связан с процессами 1) упругого рассеяния 2) неупругого рассеяния 3) сверхупругого рассеяния 4) квазиупругого рассеяния
10	Среднее время термализации первичных электронов при бомбардировке твердого тела составляет 1) менее пикосекунды 2) менее наносекунды 3) менее микросекунды 4) менее миллисекунды

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1	Рассчитать и проанализировать влияние массы бомбардирующего иона на энергию, соответствующую максимуму ядерной тормозной способности.
2	Рассчитать зависимость ядерной тормозной способности от энергии ионов для одной из комбинаций ион-твердое тело.
3	Оценить энергию, при которой ядерная и электронная тормозные способности равны, если кристалл германия бомбардируется ионами фосфора.
4	Рассчитать среднюю проекцию пробега и среднее нормальное отклонение проекции пробега в зависимости от энергии ионов при бомбардировке кремния ионами бора.
5	Рассчитать и проанализировать зависимость средней проекции пробега ионов в кремнии от массы бомбардирующего иона при энергии 50 кэВ.
6	Вычислить максимальную концентрацию внедренной примеси при бомбардировке кремния ионами фосфора с энергией 50 кэВ при плотности тока в пучке 1 мА/см ² и времени обработки 1 час.
7	Вычислить дозу облучения, необходимую для создания максимальной концентрации примеси фосфора 10 ¹⁵ см ⁻³ в германии.
8	Вычислить энергию ионов, необходимую для создания максимальной концентрации примеси фосфора 10 ¹⁵ см ⁻³ в германии на глубине 0,2 мкм.
9	Оценить размеры системы сепарации ионов, если в ионном потоке имеются одно и двухзарядные ионы бора, ионы атомов и молекул азота при энергии пучка 50 кэВ и индукции магнитного для 10 ⁻² Тл.
10	Определить температуру пластины кремния толщиной 0,5 мм при бомбардировке ионами фосфора с энергией 150 кэВ и плотностью тока в пучке 1 мА/см ² , если пластина расположена на идеально теплоотводящем контакте.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1	Вычислить глубину проникновения электронов: а) в алюминии, б) стали, в) фторопласте, если начальная энергия пучка составляет: а) 50 кэВ, б) 100 кэВ, в) 200 кэВ.
2	Определить энергию электронов после прохождения ими алюминиевой фольги толщиной 20 мкм, если начальная энергия электронов составляла 100 кэВ.
3	Рассчитать толщину алюминиевой фольги, после прохождения которой энергия электронов уменьшилась со 120 кэВ до 80 кэВ.
4	Рассчитать распределение выделенной энергии по глубине в стали, если пучок диаметром 1 мм с силой тока 1 мА, ускоренный напряжением 100 В, воздействовал на сталь без плавления материала.
5	Рассчитать и проанализировать скорость испарения стали в зависимости от плотности мощности электронного пучка с учетом процесса теплоотвода.
6	Оцените плотность тока дугового источника в водороде при давлении 10 атм и температуре 3000 К.
7	Можно ли пренебречь объемным зарядом в пучке электронов диаметром 1 мм с плотностью тока 1 мА/см ² , если электроны ускорены напряжением 10 кВ.
8	Оцените, до какого давления нужно откачать электронно-лучевую колонну, если расстояние от источника электронов до объекта обработки составляет 80 см, объем вакуумной камеры 10 л. Газовыделением в процессе обработки можно пренебречь.
9	Подберите и обоснуйте выбор источника электронов с плотностью тока 0,1 А/см ² ; 10 А/см ² .
10	Рассчитать и проанализировать зависимость глубины проплавления стали от плотности мощности электронного луча при времени обработки 100 с.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Общие принципы построения электронно-лучевых установок.
2. Электронно-лучевое испарение материалов (ЭЛИ).
3. Нанесение покрытий из сплавов и химических соединений.
4. Обработка несфокусированным пучком.
5. Электронно-лучевая обработка.
6. Термическая размерная электронно-лучевая обработка.
7. Размерная обработка массивных образцов.
8. Размерная обработка тонких слоев.
9. Нетермические электронные процессы и технологии.
10. Реакции, индуцированные радикалами.
11. Электронно-стимулированное травление.
12. Электронно-лучевая литография.
13. Электронно-зондовые методы анализа веществ.
14. Физические основы взаимодействия ионов с веществом.
15. Ионно-лучевые установки.
16. Ионное легирование материалов.
17. Ионно-лучевая литография.
18. Ионный синтез.
19. Ионная металлургия.
20. Ионная эпитаксия.
21. Ионное распыление материалов.
22. Ионное травление поверхности.
23. Ионно-лучевые методы осаждения покрытий.
24. Ионное распыление и получение тонких пленок.
25. Технология и оборудование магнетронного распыления.
26. Высокочастотное распыление.
27. Вакуумно-дуговое осаждение покрытий из плазмы материала электродов.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом.

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Физические основы электронно-лучевых технологий.	ОПК-1, ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ
2	Процессы и технологии электронно-лучевой обработки.	ОПК-1, ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ
3	Физические основы ионно-лучевых технологий.	ОПК-1, ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ
4	Ионно-лучевые процессы и технологии.	ОПК-1, ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ

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 носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста преподавателем и выставляется оценка согласно методики 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 преподавателем и выставляется оценка, согласно методики 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 преподавателем и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
Основная литература				
1	Сушков А.Д.	Вакуумная электроника: Физико-технические основы: учеб. пособие. -	2004, печат.	0,5

		СПб.: Лань, 2004. - 464 с.		
2	Лозовский В.Н., Константинова Г.С. Лозовский С.В.	Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. Учебное пособие [Электронный ресурс]: учебное пособие — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2008. — 328 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=232	2008, электронный ресурс	1,0
Дополнительная литература				
1	Зи С.	Технология СБИС: в 2-х кн. / Под ред. С. Зи. — М.: Мир, 1986.	1986. Печат.	0,5
2	Курносков А.И., Юдин В. В.	Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем: учебное пособие. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш шк., 1986.— 368 с.	1986. Печат.	0,5
Методические разработки				
1	Свистова Т.В.	Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы лучевых и плазменных технологий» № 279-2015	2015, электронный ресурс	1,0

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), 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/>

Системные программные средства: Microsoft Windows, Microsoft Vista.

Прикладные программные средства: Microsoft Office 2010 Pro, Fire-Fox, LabVIEW, Elektronik Workbench.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

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

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Электронные и ионные процессы в полупроводниках» читаются лекции, проводятся практические и лабораторные занятия.

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

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета устройств функциональной электроники. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины осуществляется тестированием и защитой курсовой работы. Освоение дисциплины оценивается на зачете.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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.
Практические занятия	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.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции, при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных, для подготовки к ним необходимо: разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - 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 экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1		31.08.2018	
2		31.08.2019	
3		31.08.2020	