


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и
электроники

 /В.А. Небольсин /

"26" марта 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

«Фотоэлектрические материалы и устройства на их основе»

Направление подготовки (специальность) 16.04.01 Техническая физика

Профиль (специализация) Прикладная физика твердого тела

Квалификация выпускника Магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2019 г.

Автор программы



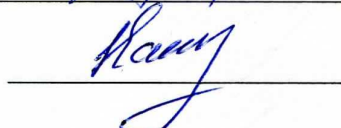
/Гриднев С.А./

Заведующий кафедрой
физики твердого тела



/Костюченко А.В./

Руководитель ОПОП



/Калинин Ю.Е./

Воронеж 2019

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины является подготовка будущих специалистов в области физики фотоэлектрических материалов к знанию закономерностей, определяющих влияние состава материалов и внешних воздействий на их физические свойства, к освоению методов получения материалов, способов измерения их свойств и к умению использовать материалы в устройствах оптоэлектроники.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Формирование у студентов знаний о структурных особенностях и методах получения фоточувствительных диэлектрических и полупроводниковых материалов, о физических механизмах, обуславливающих появление новых свойств у фотоэлектрических материалов, и об основных направлениях применения фотоэлектрических материалов в различных областях электронной техники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Фотоэлектрические материалы и устройства на их основе» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Фотоэлектрические материалы и устройства на их основе» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-6 - способностью самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств

ДПК-1 - способность аргументировано идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики твердого тела, проектирования, технологии изготовления и применения новых функциональных материалов и устройств

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-6	Знать физические процессы, протекающие в фотоэлектрических материалах; основные свойства наиболее часто используемых в науке и технике фотоэлектрических материалов и способы их получения; устройства на основе фотоэлектрических материалов.

	Уметь разрабатывать технологические схемы получения фотоэлектрических материалов; определять экспериментальным или расчетным путем оптимальные режимы проведения отдельных технологических операций.
	Владеть навыками анализа и систематизации новой информации, касающейся различных аспектов фотоэлектрических материалов.
ДПК-1	Знать требования, предъявляемые к фотоэлектрическим материалам, исходя из особенностей их эксплуатации в различных системах и приборах электронной техники
	Уметь самостоятельно разрабатывать новые термоэлектрические материалы и использовать их в приборах и устройствах электронной техники
	Владеть новыми физическими принципами для повышения фотоэлектрической активности материалов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Фотоэлектрические материалы и устройства на их основе» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	45	45
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	9	9
Самостоятельная работа	99	99
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач. ед.	5	5

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	Введение	История открытия фотоэлектрических эффектов. Основные фотоэлектрические эффекты. Значение и задачи курса «Фотоэлектрические материалы и устройства на их основе».	4	2	1	16	23

2	Фотоэлектрические явления в полупроводниках	Эффект Дембера. Фотогальванические (фотовольтаические) эффекты: вентиляционная и варизонная фотоэдс. Фотопроводимость. Фотопьезоэлектрический и фотодиэлектрический эффекты. Фотоэлектронная эмиссия.	4	2	2	16	24
3	Полупроводниковые структуры в фотоэлектронике	Фотоэлектрические свойства р-п переходов и гетеропереходов. Роль поверхностных уровней на границе раздела гетероперехода. Структуры металл-диэлектрик-полупроводник. Стационарное и переходное состояния.	4	2	2	16	24
4	Квантово-размерные структуры в фотоэлектронике	Структуры с множественными квантовыми ямами и сверхрешетки. Композиционные и легированные сверхрешетки. Оптические свойства сверхрешеток. Оптическое поглощение в квантовых ямах.	2	4	2	16	24
5	Характеристики и закономерности оптического излучения.	Энергетические и световые характеристики излучения. Материалы полупроводниковых фотоприемников. Параметры современных фотоприемников. Матрицы фотоприемников.	2	4	2	18	26
6	Основные применения фотоэлектрических материалов	Фотодетекторы. Фоторезисторы. Фотодиоды. Фототранзисторы и фототиристоры. ИК-приемники на структурах с квантовыми ямами и квантовыми точками.	2	4	-	17	23
Итого			18	18	9	99	144

5.2 Перечень лабораторных работ

№ п/п	Название лабораторной работы	Объем часов	Форма контроля
1	Определение фотоэдс для объемных и пленочных образцов различных фоточувствительных материалов.	4	Опрос
2	Измерение температурных зависимостей фотоэдс фотоэлектрических материалов.	4	Опрос
3	Зачетное занятие	1	Отчет
	Итого	9	

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы:

1. Инфракрасные приемники на структурах с квантовыми ямами и квантовыми точками.
2. Фоточувствительные приборы с зарядовой связью.
3. Координатно-чувствительные фотоприемники.
4. Фототранзисторы и фототиристоры.

5. Фоторезисторы на полупроводниках с собственной фотопроводимостью.
6. Фотоэлектрические свойства гетеропереходов.
7. Фотомагнитоэлектрический эффект и его использование в электронной технике.
8. Варизонные полупроводники в фотоэлектронике.
9. Типы взаимодействия оптического излучения с веществом.

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- закрепление и углубление теоретических знаний, полученных студентами при освоении теоретического материала дисциплины «Фотоэлектрические материалы и устройства на их основе» в форме аудиторных занятий: лекций и практик;

- приобретение опыта самостоятельной работы с научной, технической, справочной, патентной литературой, ГОСТами и т.д.;

- практическое применение знаний, полученных при изучении общеобразовательных и общепрофессиональных дисциплин, использование средств вычислительной техники, методов расчета, а также умение анализировать результаты исследований новых материалов с позиций совершенствования элементов и приборов электронной техники;

- выработка и закрепление навыков построения цепи логических рассуждений в поисковых ситуациях, а также грамотного и доказательного изложения результатов работы, их отстаивание в дискуссиях и общественных выступлениях.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

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
ПК-6	Знать физические процессы, протекающие в фотоэлектрических материалах; основные свойства наиболее часто используемых в науке и технике фотоэлектрических материалов и способы их получения;	Активная работа на лекциях, отвечает на теоретические вопросы при опросах перед лекциями.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	устройства на основе фотоэлектрических материалов.			
	Уметь разрабатывать технологические схемы получения фотоэлектрических материалов; определять экспериментальным или расчетным путем оптимальные режимы проведения отдельных технологических операций.	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками анализа и систематизации новой информации, касающейся различных аспектов фотоэлектрических материалов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ДПК-1	Знать требования, предъявляемые к фотоэлектрическим материалам, исходя из особенностей их эксплуатации в различных системах и приборах электронной техники	Активная работа на лекциях, отвечает на теоретические вопросы при опросах перед лекциями.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь самостоятельно разрабатывать новые термоэлектрические материалы и использовать их в приборах и устройствах электронной техники	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть новыми физическими принципами для повышения фотоэлектрической активности материалов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	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 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
-------------	---	---------------------	---------	--------	--------	----------

ПК-6	Знать физические процессы, протекающие в фотоэлектрических материалах; основные свойства наиболее часто используемых в науке и технике фотоэлектрических материалов и способы их получения; устройства на основе фотоэлектрических материалов.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь разрабатывать технологические схемы получения фотоэлектрических материалов; определять экспериментальным или расчетным путем оптимальные режимы проведения отдельных технологических операций.	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 анализа и систематизации новой информации, касающейся различных аспектов фотоэлектрических материалов	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
ДПК-1	Знать требования, предъявляемые к фотоэлектрическим материалам, исходя из особенностей их эксплуатации в различных системах и приборах 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 самостоятельно разрабатывать новые термоэлектрические материалы и использовать их в приборах и устройствах 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 новыми физическими принципами для повышения фотоэлектрической активности материалов	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

1. Каков энергетический спектр электронов в квантовых ямах?
2. Что такое сверхрешетка, какие существуют типы сверхрешеток?
3. Почему спектры оптического поглощения структур с квантовыми ямами имеют ступенчатый характер?
4. Что является причиной значительного роста времени жизни неравновесных носителей заряда в легированных сверхрешетках?
5. Какие свойства квантово-размерных структур обеспечивают их преимущество перед объемными кристаллами и классическими гетероструктурами при использовании в фотоэлектронике?
6. В чем состоит преимущество легированных композиционных сверхрешеток перед n-i-p-структурами?
7. В чем заключаются особенности оптического поглощения структур с контрвариантной и ковариантной модуляцией зон?
8. Как происходят межподзонные релаксационные процессы?
9. Как выражают плотность состояний для разных квантовых размерных систем?
10. Как выглядят спектры оптического поглощения сверхрешетки в случае, когда энергия светового кванта меньше края собственного поглощения?
11. Какие требования предъявляются к материалам полупроводниковой фотоэлектроники?
12. Чем объясняется многообразие материалов, применяемых в фотоэлектронике?

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Раскройте суть понятия «идеальный фотоприемник».
2. По каким признакам характеризуют способность оптической системы собирать поток излучения?
3. Какую роль играют ограничительные диафрагмы оптической системы?
4. Дайте характеристику основных параметров фотонных приемников оптического излучения.
5. Опишите спектральные и частотные характеристики фотоприемников.
6. Чем ограничены возможности фотоприемника воспринимать какие угодно малые сигналы?
7. Дайте характеристику природы фотонного шума и ограничений, которые он накладывает на параметры фотоприемников.
8. Что означает режим ограничения сигналом?
9. Что означает режим ограничения фоном?
10. Опишите параметры многоэлементных фотоприемников.
11. Проанализируйте предельные режимы работы фотонных фотоприемников.
12. В чем заключаются особенности использования приемников инфракрасного излучения?

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Что такое фоторезистор? На каких принципах основана его работа?

2. Дайте характеристику времени фотоотклика фоторезистора.
3. Опишите типичную конструкцию фоторезисторов.
4. На каких материалах созданы фоторезисторы видимого и инфракрасного излучения?
5. Каковы основные характеристики приемника на эффекте фотонного увлечения?
6. В чем преимущества фотодетекторов с квантовыми точками по сравнению с фотодетекторами на структурах с квантовыми ямами и на базе объемного материала?
7. Опишите принцип работы транзистора с горячими электронами и проанализируйте механизм ограничения темнового тока.
8. Опишите принцип работы фототранзистора на основе кремниевой p-i-p-структуры со встроенными слоями квантовых точек Ge.
9. Опишите принцип работы кремниевого p + -p-p + -фотодиода с квантовыми точками Ge.
10. Какие существуют конструкции фоточувствительных двухтактных приборов с зарядовой связью?
11. Какая особенность использования структур металл-диэлектрик-полупроводник в лавинном режиме как элемента ПЗС?
12. Объясните принцип работы координатно-чувствительного фотоприемника на поперечном эффекте.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Примерный перечень вопросов для экзамена:

1. Основные фотоэлектрические эффекты. Классификация фотоэффектов и их физическая сущность.
2. Эффект Дембера. Фотогальванические (фотовольтаические) эффекты: вентильная и варизонная фотоэдс.
3. Фотопроводимость. Фотопьезоэлектрический и фотодиэлектрический эффекты.
4. Фотоэлектрические свойства p-n переходов и гетеропереходов.
5. Структуры металл-диэлектрик-полупроводник. Стационарное и переходное состояния.
6. Структуры с множественными квантовыми ямами и сверхрешетки в оптоэлектронике.
7. Оптические свойства сверхрешеток. Оптическое поглощение в квантовых ямах.
8. Характеристики и закономерности оптического излучения.
9. Материалы полупроводниковых фотоприемников.
10. Параметры современных фотоприемников.
11. Применение фотоэлектрических материалов в фоторезисторах.
12. Фотодиоды и фототиристоры.
13. Фототранзисторы и их применение.
14. ИК-приемники на структурах с квантовыми ямами и квантовыми точками.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса. Каждый правильный ответ на вопрос в билете оценивается 5 баллами. Максимальное количество набранных баллов – 10.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 4 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 4 до 6 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 8 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 8 до 10 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение	ПК-6, ДПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Фотоэлектрические явления в полупроводниках	ПК-6, ДПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Полупроводниковые структуры в фотоэлектронике	ПК-6, ДПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Квантово-размерные структуры в фотоэлектронике	ПК-6, ДПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Характеристики и закономерности оптического излучения.	ПК-6, ДПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Основные применения фотоэлектрических материалов	ПК-6, ДПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

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 экзаменатором 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 экзаменатором 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 экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Шалимова К.В. Физика полупроводников. М.: Энергия, 1976.
2. Милнс А., Фойхт Д. Гетеропереходы и переходы металл – полупроводник. М.: Мир, 1975.
3. Панков Ж. Оптические процессы в полупроводниках. М.: Мир, 1973.
4. Рывкин С.М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. М.: Энергия, 1976.
5. Борисенко В.Е., Воробьева А.И., Уткина Е.А. Нанoeлектроника. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009.
6. Филачев А.М., Таубкин И.И., Тришенков М.А. Твердотельная электроника. Фотодиоды. М.: Физматкнига, 2011.
7. Филачев А.М., Таубкин И.И., Тришенков М.А. Твердотельная электроника. Фоторезисторы. М.: Физматкнига, 2012.
8. Херман М. Полупроводниковые сверхрешетки. М.: Мир, 1989.
9. Войцеховский А.В., Ижнин И.И., Савчин В.П., Вакив Н.М. Физические основы полупроводниковой фотоэлектроники: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТГУ, 2013.

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:

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой (221/1).

2. Научно-учебные лаборатория физических свойств фотоэлектрических материалов (030/1) с научно-исследовательскими измерительными стендами, комплексами и оборудованием.

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

По дисциплине «Фотоэлектрические материалы и устройства на их основе» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

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 свойств фотоэлектрических материалов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

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.
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: следует разобрать лекцию

	по соответствующей теме, ознакомится 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: <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 экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.