

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  В.А.Небольсин
«29» сентября 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Физика нанокompозитных материалов»

Направление подготовки 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль Нано- и микросистемная техника

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Автор программы



/Костюченко А.В./

Заведующий кафедрой
Физики твердого тела



/Калинин Ю.Е./

Руководитель ОПОП



/Калгин А.В./

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование у студента универсальных, предметно-специализированных компетенций, способствующих уверенной ориентации будущих магистров в области физики наноструктур и нанокompозитных материалов, способах их получения и закономерностях, определяющих влияние наноструктурированности композитов на их физические свойства.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Ознакомить студентов с физическими закономерностями формирования наногранулированных композитных материалов. Раскрыть особенности транспортных свойств в композитах и их связь с морфологией. Показать зависимость магнитотранспортных свойств композитов от магнитных, структурных и электрических особенностей нанокompозитных материалов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физика нанокompозитных материалов» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Физика нанокompозитных материалов» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	<p>Знать: - структурные особенности нанокompозитных материалов;</p> <p>- основные методы получения нанокompозитных материалов;</p> <p>- основные физические механизмы, приводящие к формированию у нанокompозитных материалов специфических физических свойств;</p> <p>- основные области использования нанокompозитных материалов.</p> <p>Уметь: - осуществить выбор компонент и выбрать режимы технологического процесса для получения требуемых характеристик у формируемого наноструктурированного объекта;</p> <p>- объяснить основные наблюдаемые эффекты в нано-</p>

	<p>композитных материалах с позиции фундаментальных физических взаимодействий;</p> <p>- критически оценивать достоинства, недостатки и области возможного применения новых нанокompозитных материалов и технологии их получения.</p>
	<p>Владеть: - навыками применения основных физических законов и принципов в объяснении физических свойств, проявляемых нанокompозитами;</p> <p>- навыками исследования физических свойств нанокompозитных материалов.</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физика нанокompозитных материалов» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	81	81
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	9	9
Самостоятельная работа	108	108
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	216	216
зач.ед.	6	6

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	Структура и электрические свойства нанокompозитных материалов металл-диэлектрик.	Признаки нанокompозитного материала. Классификация. Принципы подбора компонент при формировании нанокompозитов. Концентрационная и температурная зависимость электросопротивления нанокompозитных материалов. Механизмы электропереноса в доперколяционных нанокompозитах металл-диэлектрик. Кулоновская блокада. Термическое и полевое преодоление «блокады».	12	12	3	36	63
2	Магнитные свойства нано-	Суперпарамагнетизм. Особенности	12	12	4	36	64

	композитных материалов.	магнитных свойств доперколяционных композитов с ферромагнитной металлической фазой. Динамические магнитные свойства композитов металл-диэлектрик. Термомагнитный гистерезис доперколяционных композитов металл-диэлектрик.					
3	Туннельное магнитосопротивление в нанокompозитных материалах.	Туннельное магнитосопротивление. Механизм спин-зависимого туннелирования поляризованных электронов. Влияние технологических аспектов на электрические и магниторезистивные свойства нанокompозитов металл-диэлектрик.	12	12	2	36	62
Итого			36	36	9	108	189

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Получение наногранулированных композиционных материалов методом ионно-лучевого распыления составных мишеней.
2. Исследование механизмов электропереноса в нанокompозитах металл-диэлектрик.
3. Туннельное магнитосопротивление нанокompозитов металл-диэлектрик.

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: - структурные особенности нанокompозитных материалов; - основные методы получения нанокompозитных материалов; - основные физические механизмы, приводящие к формированию у нанокompозитных материалов специфических физических свойств;	Активная работа на лекциях и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	- основные области использования нанокompозитных материалов.			
	Уметь: - осуществить выбор компонент и выбрать режимы технологического процесса для получения требуемых характеристик у формируемого наноструктурированного объекта; - объяснить основные наблюдаемые эффекты в нанокompозитных материалах с позиции фундаментальных физических взаимодействий; - критически оценивать достоинства, недостатки и области возможного применения новых нанокompозитных материалов и технологии их получения.	Написание коллоквиумов, прохождение тестов.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: - навыками применения основных физических законов и принципов в объяснении физических свойств, проявляемых нанокompозитами; - навыками исследования физических свойств нанокompозитных материалов.	Выполнение и защита лабораторных работ	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.
ОПК-1	Знать: - структурные особенности нанокompозитных материалов; - основные методы получения нанокompозитных материалов; - основные физические механизмы, приводящие к формированию у нанокompозитных материалов специфических физических свойств; - основные области использования нанокompозитных материалов.	Ответы на основные и дополнительные вопросы	Выполнение задания на 90-100%	Выполнение задания на 80-90%	Выполнение задания на 70-80%	В задании менее 70% правильных ответов
	Уметь: - осуществить выбор компонент и выбрать режимы технологического процесса для	Ответы на основные и дополнительные вопросы	Выполнение задания на 90-100%	Выполнение задания на 80-90%	Выполнение задания на 70-80%	В задании менее 70% правильных ответов

<p>получения требуемых характеристик у формируемого наноструктурированного объекта;</p> <ul style="list-style-type: none"> - объяснить основные наблюдаемые эффекты в нанокompозитных материалах с позиции фундаментальных физических взаимодействий; - критически оценивать достоинства, недостатки и области возможного применения новых нанокompозитных материалов и технологии их получения. 					
<p>Владеть: - навыками применения основных физических законов и принципов в объяснении физических свойств, проявляемых нанокompозитами;</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками исследования физических свойств нанокompозитных материалов. 	<p>Ответы на основные и дополнительные вопросы</p>	<p>Выполнение задания на 90-100%</p>	<p>Выполнение задания на 80-90%</p>	<p>Выполнение задания на 70-80%</p>	<p>В задании менее 70% правильных ответов</p>

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. Нанокompозитный материал это:
 - наноразмерный объект, сформированный из нескольких различных элементов;
 - многофазный объект, у которого размеры фазовых включений составляют единицы нм;
 - нанокристаллический материал со средним размером зерен 10-100 нм.

2. Нанокompозитный материал обязательно содержит:
 - несколько фаз, отличающихся друг от друга физическими свойствами;
 - несколько фаз, одна из которых является оксидом;
 - одну наноструктурированную фазу.
3. Для того, чтобы происходило образование композитной структуры, содержащей две фазы необходимо:
 - чтобы фазы взаимно не растворялись бы друг в друге;
 - чтобы фазы максимально отличались друг от друга по величине электрического сопротивления;
 - чтобы одна фаза была ферромагнитной, а другая парамагнитной.
4. Размеры гранул в нанокompозите металл-диэлектрик при концентра-

ции металлической фазы 20-40 ат.% составляет:

- 2-4 нм;
- 10-20 нм;
- 50-100 нм.

5. Электрический порог перколяции это:

- напряженность электрического поля, при котором в композите возникает проводимость;
- значение электрического сопротивления, при котором проводимость композита оказывается соизмеримой с проводимостью металла;
- концентрация металлической фазы, при которой происходит изменение механизма электропереноса через композит.

6. При каких условиях в наногранулированных композитных материалах возникает явление «Кулоновская блокада»?

- при низких (гелиевых) температурах;
- в сильных электрических полях;
- когда частота воздействующего на композит электромагнитного поля оказывается равной частоте термических флуктуаций магнитных моментов гранул.

7. Магниторезистивный эффект в нанокompозитах заключается в том, что:

- электрическое сопротивление композита возрастает при увеличении магнитного поля;
- электрическое сопротивление композита убывает при увеличении магнитного поля;
- электрическое сопротивление композита не зависит от величины внешнего магнитного поля.

8. Температура бифуркации это :

- температура, ниже которой композит начинает проявлять сверхпроводящие свойства;
- температура, ниже которой в композите начинается термическое блокирование магнитных моментов гранул;
- температура, ниже которой в композите межзёрненное обменное взаимодействие начинает превалировать над тепловыми флуктуациями магнитного момента.

9. Наногранулированный композитный материал ферромагнитный металл\диэлектрик с концентрацией металлической фазы ниже порога перколяции проявляет свойства:

- ферромагнетика;
- суперпарамагнетика;
- диамагнетика.

10. Магнитосопротивление в доперколяционных нанокompозитах ферромагнитный металл\диэлектрик обусловлено:

- силой Лоренца, действующей со стороны магнитного поля и искривляющей траектории движения электронов;
- изменением кинетической энергии электронов, осуществляющих электро-

*перенос через ферромагнитную фазу композита;
- изменением вероятности туннелирования электронов между соседними
гранулами.*

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач (написание коллоквиума)

1. Описать магнитные свойства наноразмерной (диаметром 2-10 нм) частицы, образованной из атомов ферромагнитного элемента (например, кобальта, железа или никеля). Отличаются ли магнитные свойства такой наночастицы от свойств объемного материала?
2. Что такое суперпарамагнетик? Каковы основные особенности материала, находящегося в суперпарамагнитном состоянии? Как выглядит кривая намагничивания суперпарамагнетика при комнатной температуре?
3. Что такое термомагнитный гистерезис? Каковы условия проведения эксперимента, позволяющего наблюдать термомагнитный гистерезис? В каких материалах проявляется термомагнитный гистерезис?
4. Понятие температуры Бифуркации. Какой процесс начинается при температуре Бифуркации если рассматривать охлаждение композита. Как температура Бифуркации связана с магнитной анизотропией металлической фазы композитов?
5. Как происходит перемагничивание гранулированного доперколяционного композитного материала ферромагнетик-диэлектрик в области низких температур (гелиевых температур)?
6. В чем суть зонной модели магнетизма?
7. В чем суть магниторезистивного эффекта, проявляемого доперколяционными композитами металл-диэлектрик?
8. Описать физический механизм магниторезистивного эффекта в композитах.
9. От чего зависит величина магниторезистивного эффекта в гранулированных композитах?
10. Способы повышения абсолютного значения величины магниторезистивного эффекта в композитах.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач (написание коллоквиума)

1. Признаки композитного материала.
2. Структурные особенности композитов металл-диэлектрик. Что понимают под «порогом перколяции» в случае композитов металл-диэлектрик?
3. Чем отличается структура композитов, чей состав находится до порога

- перколяции от структуры композитов с составом металлической фазы превышающей порог перколяции?
4. Получение композитов металл-диэлектрик. Принцип подбора компонентов для формирования композитов.
 5. Зависимость удельного электрического сопротивления композитов от концентрации. Причина немонотонной зависимости ρ композитов от состава.
 6. Основная идея модели туннельной проводимости в композитах металл-диэлектрик (модель Шенга Абелеса). Почему туннельная проводимость в композитах является термоактивационной?
 7. Основные особенности Моттовской («прыжковой») проводимости? Какие положения легли в основу этой модели?
 8. Что такое локализованные состояния и как это понятие задействовано в модели Мотта?
 9. В чем принципиальная разница между механизмом проводимости «по Шенгу-Абелесу» (туннельная проводимость) и «по Моту»?
 10. В чем разница «прыжковой проводимости между ближайшими соседями» от «прыжковой проводимости с переменной длиной прыжка»?
 11. Понятие Кулоновской блокады.
 12. Каким образом Кулоновская блокада проявляется в композитах.
 13. Пути преодоления Кулоновской блокады.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Определение композитного материала. Признаки композитного материала. Структурные особенности *нанокompозитов металл-диэлектрик (НКм-д)*. Влияние состава (соотношения между фазами) на структуру НКм-д.
2. Методы получения НКм-д. Принципы подбора компонент для формирования композитной структуры в системах металл-диэлектрик. Объяснить структурные отличия НКм-д с большим содержанием диэлектрика (сферические металлические наногранулы, распределенные в объеме диэлектрика) от НКм-д с большим содержанием металла (отсутствие сферических гранул диэлектрика).
3. Общее представление о теории перколяции. Понятие порога перколяции применительно к композитным материалам. Качественно описать различия структуры и физических свойств (электрические, магнитные) доперколяционных НКм-д и НКм-д, находящихся за порогом перколяции.
4. Концентрационная зависимость электрического сопротивления НКм-д. Основные механизмы электропереноса в НКм-д (качественно). Туннельная проводимость (модель Шенга-Абелеса) подробно, учет темпе-

- ратурного фактора в модели.
5. Прыжковая проводимость. Суть механизма прыжковой проводимости. Условия, необходимые для возникновения прыжковой проводимости. Прыжковая проводимость по ближайшим соседям и прыжковая проводимость с переменной длиной прыжка.
 6. Кулоновская блокада. Суть явления, условия возникновения. Способы преодоления Кулоновской блокады.
 7. Особенности магнитных свойств наночастиц, сформированных из ферромагнитных элементов. Доменная структура и ориентация атомных магнитных моментов в наночастице. Магнитная анизотропия наночастицы. Формула Нееля-Брауна. Частица Стонера-Вольфарда.
 8. Магнитные свойства НКм-д. Возможные виды взаимодействия между гранулами. Влияние температуры на магнитные свойства НКм-д. Зависимость вида кривой перемагничивания суперпарамагнетика от температуры (наличие петли магнитного гистерезиса, условие появления магнитного гистерезиса).
 9. Суперпарамагнетизм, макроскопические проявления суперпарамагнитных свойств НКм-д. Термомагнитный гистерезис. Условия наблюдения, механизм возникновения.
 10. Магниторезистивный эффект (общее представление). Туннельное магнитосопротивление. Объяснение туннельного магнитосопротивления с точки зрения Зонной модели магнетизма.
 11. Магниторезистивный эффект (общее представление). Туннельное магнитосопротивление. Основные положения модели Джульери и модели Слончевски).
 12. Концентрационная зависимость магнитосопротивления НКм-д. Изменение магнитосопротивления НКм-д при охлаждении.
 13. Влияние условий получения и последующей обработки композитов на величину магнитосопротивления. Механизмы увеличения величины магниторезистивного эффекта.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент не ответил ни на один вопрос.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент ответил на один вопрос и дополнительные качественные вопросы.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент ответил на два вопроса и дополнительные качественные вопросы.

Оценка «Отлично» ставится, если студент ответил на три вопроса по билету и дополнительные вопросы.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Структура и электрические свойства нанокompозитных материалов металл-диэлектрик.	ОПК-1	Тест, коллоквиум, лабораторная работа, экзамен.
2	Магнитные свойства нано-композитных материалов.	ОПК-1	Тест, коллоквиум, лабораторная работа, экзамен.
3	Туннельное магнитосопротивление в нанокompозитных материалах.	ОПК-1	Тест, коллоквиум, лабораторная работа, экзамен.

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

Коллоквиумы проводятся в виде письменных ответов на предложенные качественные вопросы. Обычно в одном коллоквиуме предлагается ответить на 15 – 19 вопросов. Время написания 45 мин, после чего коллоквиумы проверяются преподавателем. Оценка за коллоквиум выставления согласно методики оценки при проведении промежуточной аттестации. После проверки результатов и их анализа проводится обсуждение результатов коллоквиума с анализом неправильных ответов.

Тестирование осуществляется с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 40 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором, выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации. После этого проводится обсуждение полученных результатов в режиме вопрос-ответ, с анализом неправильных ответов.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. И.В.Золотухин, О.В.Стогней Физика наносистем: графены и гранулированные нанокompозиты: учебное пособие. - Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2011. – 226 с.

2. Нелинейные явления в нано- и микрогетерогенных системах Гриднев С.А., Калинин Ю.Е., Ситников А.В., Стогней О.В. Монография. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 352 с.

3. Новые направления физического материаловедения Золотухин И.В., Калинин Ю.Е., Стогней О.В. Учеб. пособие. - Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2000. - 360 с.

4. Стогней О.В. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Физика нанокompозитных материалов» для студентов направления

223200.68 «Техническая физика» (программа магистерской подготовки «Прикладная физика твердого тела») очной формы обучения - Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014. – 47 с.

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:

ПО: Windows, Open Office, Acrobat Reader.

- Научная библиотека ВГТУ (<http://cchgeu.ru/university/library/>)
- Научная электронная библиотека Elibrary (<https://elibrary.ru>)
- Электронно-библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>).
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<http://www.biblioclub.ru>)
- Электронно-библиотечная система "Лань" (<http://e.lanbook.com/>)
- Электронно-библиотечная система "ЭБС-ЮРАЙТ" (<http://www.biblio-online.ru/>)
- Поисковая платформа реферативных баз данных Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>)
- Библиографическая и реферативная база данных Scopus (<http://www.scopus.com/>)

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оснащенная доской, проектором, экраном.

Лабораторные работы проводятся в учебно-научных лабораториях кафедры ФТТ, оснащенных необходимым оборудованием и приборами (020, 024, 026а)

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

По дисциплине «Физика нанокompозитных материалов» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

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 в области анализа и прогнозирования свойств тонких пленок. Занятия

проводятся в режиме диалога и обсуждения наиболее сложных вопросов 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 производится проверкой коллоквиумов, тестов, устных опросов. Освоение дисциплины оценивается на экзамене.

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.
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, 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: <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.