

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета Небольсин В.А.
«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Современные тенденции развития функциональной электроники»

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Профиль Материалы и устройства функциональной электроники

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

/Калинин Ю.Е./

Заведующий кафедрой
Физики твердого тела

/Калинин Ю.Е./

Руководитель ОПОП

/Костюченко А.В./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целями изучения дисциплины «Современные тенденции развития функциональной электроники» является изучение студентами основных тенденций развития новых направлений функциональной электроники и физических явлений, лежащих в основе работы приборов и устройств, работающих на новых физических принципах.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачи изучения дисциплины состоят в:

- освоении основной терминологии, применяемой в функциональной электронике;
- овладении принципами и методами решения научно-технических задач;
- умении ориентироваться в научно-технической информации;
- формировании навыков воспроизвести теоретический материал, ответить на вопросы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Современные тенденции развития функциональной электроники» относится к дисциплинам блока ФТД.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Современные тенденции развития функциональной электроники» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-3 - Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели

УК-6 - Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-3	Знать основные представления о терминологии и перспективах развития функциональной электроники
	Уметь воспроизвести теоретический материал
	Владеть способностью самостоятельно выбирать новую информации, касающейся различных аспектов функциональной электроники
УК-6	Знать основные тенденции развития функциональной электроники
	Уметь ответить на вопросы

	Владеть навыками анализа и систематизации новой информации, касающейся различных аспектов функциональной электроники
--	--

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Современные тенденции развития функциональной электроники» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	18	18
В том числе:		
Лекции	18	18
Самостоятельная работа	54	54
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

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	СРС	Всего, час
1	Введение в функциональную электронику	Основные понятия. Особенности функциональной электроники. Основные направления и тенденции развития функциональной электроники. Роль российских ученых и преподавателей ВГТУ в развитии новых материалов и устройств функциональной электроники	2	8	10
2	Стрейтроника – новое направление микро- и наноэлектроники	Стрейтроника: основные понятия Введение. Перекрестные явления с участием упругой подсистемы. Деформационная инженерия. Композиционные материалы магнитной стрейтроники. Принцип действия стрейтронных устройств.	6	8	14

		Физические эффекты в магнитных микро- и наночастицах и структурах, индуцированных механическими напряжениями. Переключение намагниченности в частицах. Изменение микромагнитной структуры под действием механических напряжений. Магнитные превращения, наведенные механическими напряжениями. Термоиндуцированный магнитоупругий эффект. Преобразование полей в композитных структурах. Композитные материалы и устройства магнитной стрейтроники. Состав и методы изготовления структур. Устройства памяти и логики, переключаемые электрическим полем. Датчики, переключатели энергии, микродвигатели. Устройства обработки радиосигналов, перестраиваемые электрическим полем. Производные элементы стрейтроники.			
3	Тенденции развития мемристоров и устройств на их основе.	Эффект переключения электрического сопротивления. Основные понятия о мемристорах. Эффект мемристивности. Принципы и механизмы переключения сопротивления и резистивной памяти. Анионные устройства. Механизмы переключения анионных устройств. Катионные устройства. Перспективные	6	18	24

		области применения резистивной памяти. Математические модели мемристоров . Модель линейного ионного дрейфа. Модель туннельного барьера Симмонса. Аддитивная пороговая модель мемристора. Другие модели. Физические модели мемристоров Механизмы переноса электронов и дырок в диэлектрических пленках. Контактно ограниченные механизмы инжекции электронов и дырок. Модели ионизации ловушек. Роль кислородных вакансий в процессах переключения. Другие физические модели.			
4	Магниторезисторы и устройства на их основе	Материалы с гигантским магнитосопротивлением. Основные понятия. Гранулированные магнитные нанокompозиты. Получение и методы исследования гранулированных нанокompозитов. Однодоменные наночастицы и суперпарамагнетизм. Магнито - сопротивление. Многослойные системы с гигантским магнитосопротивлением. Применение материалов с гигантским магнитосопротивлением	2	10	12
5	Современные тенденции развития фотоники	Основные направления фотоники. Общие сведения. Краткая история фотоники. Основные предпосылки возникновения фотоники. Тенден - ции развития фотоники. Информа - ционная эра. Телекоммуникации и компьютеры. Волоконно -	2	10	12

		оптическая альтернатива. Связь фотоники с другими областями наук и составляющие фотоники. Области применения фотоники.			
Итого			18	54	72

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
УК-3	Знать основные представления о терминологии и перспективах развития функциональной электроники	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь воспроизвести теоретический материал	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Владеть способностью самостоятельно выбирать новую информации,	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	касающейся различных аспектов функциональной электроники			
УК-6	Знать основные тенденции развития функциональной электроники	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь ответить на вопросы.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Владеть навыками анализа и систематизации новой информации, касающейся различных аспектов функциональной электроники	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
УК-3	Знать основные представления о терминологии и перспективах развития функциональной электроники	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	Уметь воспроизвести теоретический материал	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Владеть способностью самостоятельно выбирать новую информации, касающейся различных аспектов функциональн ой электроники	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
УК-6	Знать основные тенденции развития функциональн ой электроники	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь ответить на вопросы.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Владеть навыками анализа и систематизации новой информации, касающейся различных аспектов функциональной электроники	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

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

№	Вопрос	Варианты ответа
1	В чем разница между функциональными и конструкционными материалами?	1) в разной плотности материалов; 2) в функциональной зависимости свойств; 3) зависит от размера зерен. 4) зависит от матрицы. (Эталон: 2)
2	Может ли один и тот же материал выполнять функции и конструкционного и функционального?	1) нет 2) зависит от размера зерен 3) да; 4) зависит от плотности (Эталон: 3)
3	Из каких фаз состоит магнитоэлектрический композит?	1) ферромагнетик-диэлектрик ; 2) ферромагнетик-сегнетоэлектрик; 3) сверхпроводник-пьезоэлектрик. 4) ферромагнетик-сверхпроводник; (Эталон: 2)
4	Можно ли магнитоэлектрический эффект использовать для измерения напряженности магнитного поля?	1) да; 2) нет; 3) зависит от температуры 4) зависит от давления окружающей среды. (Эталон: 1)
5	Можно ли магнитоэлектрический эффект использовать для измерения напряженности электрического поля?	1) да; 2) нет; 3) зависит от температуры 4) зависит от давления окружающей среды. (Эталон: 1)
6	При каких концентрациях ферромагнитной фазы в объемном композите наблюдается эффект гигантского магнитного сопротивления.	1) до порога протекания; 2) после порога протекания; 3) только на пороге протекания. (Эталон: 1)

7	Назовите направления функциональной электроники	1) кристаллография; 2) фотоника; 3) стрейтроника; 4) оптоэлектроника. (Эталон: 2-4)
8	Научное направление, использующее физические явления в твердых телах, обусловленные деформацией в твердых телах, называют	1) кристаллографией; 2) фотоникой; 3) стрейтроникой; 4) электроникой. (Эталон 3)
9	Явление магнитострикции заключается в изменении _____ при наложении внешнего магнитного поля.	1) сопротивления; 2) напряжения; 3) деформации 4) индуктивности (Эталон 3)
10	Назовите основные носители магнетизма	1) атомы; 2) электроны; 3) домены; 4) ионы. (Эталон 2)

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

№	Вопрос	Варианты ответа
1	Электрические элементы, которые могут сохранять состояние внутреннего сопротивления, зависящее от ранее приложенного напряжения называют	1) резисторами; 2) конденсаторами; 3) мемристорами; 4) варисторами. (Эталон 3)
2	Какой эффект лежит в основе работы мемристоров?	1) усиления; 2) переключения; 3) умножения; 4) вычитания. (Эталон 2)
3	Укажите основной механизм переключения электрического сопротивления в халькогенидных стеклах.	1) нагрева стекла; 2) кристаллизации стекла; 3) пробоя стекла; 4) плавления стекла. (Эталон 2)

4	Механизм переключения в мемристорах катионного типа заключается в формировании и разрушении филаментов	1) кислородных вакансий; 2) атомов металла; 3) из закристаллизованного стекла; 4) сверхпроводника. (Эталон 2)
5	Основная цель проведения формовки в мемристоре заключается в	1) нагреве материала; 2) кристаллизации материала; 3) электрическом пробое материала; 4) плавлении материала. (Эталон 3)
6	Какой знак имеет магнитосопротивление у однородных материалов?	1) положительный; 2) отрицательный; 3) зависит от напряженности поля 4) зависит от температуры (Эталон 1).
7	Какой знак имеет магнитосопротивление у гранулированных композитов ферромагнетик-диэлектрик?	1) положительный; 2) отрицательный; 3) зависит от напряженности поля 4) зависит от температуры (Эталон 2).
8	При каких концентрациях ферромагнитной фазы в объемном композите наблюдается эффект гигантского магнитного сопротивления.	1) до порога протекания; 2) после порога протекания; 3) только на пороге протекания. 4) зависит от состава композита (Эталон 1)
9	Перечислите основные параметры тонкопленочных магниторезистивных структур, влияющих на характеристики элементов.	1) поле магнитной анизотропии H_k магнитных пленок структуры; 2) коэрцитивная сила H_c магнитных пленок структуры; 3) коэффициент МР эффекта $(\Delta\rho/\rho)$; 4) поле или энергия обменного взаимодействия между магнитными пленками структуры; 5) толщина магнитных и немагнитных слоев. (Эталон 1-5)

10	Какое магнитосопротивление называют гигантским?	1) более 2 % 2) более 4 %; 3) более 6 %. 4) более 8 % (Эталон 1)
----	---	--

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

№	Вопрос	Варианты ответа
1	Какой формулой описывается прямое магнитоэлектрическое преобразование композита?	1) $\alpha_B = \frac{B}{E} = B \cdot \frac{b}{U} \left[\frac{\text{Гс} \cdot \text{см}}{\text{В}} \right];$ 2) $\alpha_E = \frac{E}{H} = \frac{U}{b} \cdot \frac{1}{H} \left[\frac{\text{мВ}}{\text{см} \cdot \text{Э}} \right];$ 3) $\alpha_L = \frac{\Delta L}{L \Delta T} \left[\frac{1}{\text{К}} \right],$ (Эталон 2)
2	Какой формулой описывается обратное магнитоэлектрическое преобразование композита?	1) $\alpha_B = \frac{B}{E} = B \cdot \frac{b}{U} \left[\frac{\text{Гс} \cdot \text{см}}{\text{В}} \right];$ 2) $\alpha_E = \frac{E}{H} = \frac{U}{b} \cdot \frac{1}{H} \left[\frac{\text{мВ}}{\text{см} \cdot \text{Э}} \right];$ 3) $\alpha_L = \frac{\Delta L}{L \Delta T} \left[\frac{1}{\text{К}} \right],$ (Эталон 1)
3	Перечислите основные механизмы инжекции носителей заряда в полупроводниках в сильном электрическом поле.	1) эффект Френкеля; 2) эффект Фаулера – Нордгейма; 3) термически облегчённое туннелирование; 4) термоэлектронная эмиссия Шотки (Эталон 2-4)
4	Перечислите основные модели ионизации ловушек в полупроводниках и диэлектриках.	1) эффект Френкеля; 2) эффект Фаулера – Нордгейма; 3) многоионный механизм; 4) эффект Шотки (Эталон 1; 3)

5	Плотность электрического тока в диэлектриках, ограниченного пространственным зарядом, описывается формулой	1) $J = U_x R / (Id)$; 2) $J = 9/8 \epsilon \mu \theta U^2 / d^3$; 3) $J = U_x / (Rd^2)$; 4) $J = U_x R / (d^3)$. (Эталон 2)
6	Магнитосопротивление определяют по формуле:	1) $\rho / \rho_0 = [R(H) / R(0)] \cdot 100\%$; 2) $\Delta \rho / \rho = [R(H) - R(0) / R(0)] \cdot 100\%$ 3) $\Delta \rho / \rho = [R(H) - R(0) / R(H)] \cdot 100\%$ (Эталон 2)
7	По какой формуле можно определить напряженность магнитного поля при использовании датчика Холла?	1) $H = U_x / (RI d)$ 2) $H = U_x d / (RI)$ 3) $H = U_x d I / R$ 4) $H = U_x R / (Id)$ (Эталон 2)
8	Чем определяется глубина выхода оже-электронов из металлов?	1) Длиной свободного пробега возбужденных электронов по отношению к потере энергии. 2) Глубиной проникновения первичных электронов. 3) Длиной свободного пробега возбужденных электронов по отношению к упругому рассеянию. 4) величиной разрядки вакуумной камеры (Эталон: 1)
9	Глубина зондирования поверхности в методе оже-спектроскопии определяется...	1) энергией выходящих оже-электронов; 2) энергией первичных электронов; 3) сечением упругого рассеяния оже-электронов при выходе в вакуум. 4) величиной разрядки вакуумной камеры (Эталон: 1)

10	Пространственное разрешение сканирующего туннельного микроскопа имеет порядок величины...	1) 10^{-7} см. 2) 10^{-8} см; 3) 10^{-9} см; 4) 10^{-10} см; (Эталон: 2)
----	---	--

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Особенности функциональной электроники.
2. Основные направления и тенденции развития функциональной электроники.
3. Роль российских ученых и преподавателей ВГТУ в развитии новых материалов и устройств функциональной электроники.
4. Стрейтроника: основные понятия. Перекрестные явления с участием упругой подсистемы.
5. Деформационная инженерия.
6. Композиционные материалы магнитной стрейтроники.
7. Принцип действия стрейтронных устройств.
8. Физические эффекты в магнитных микро- и наночастицах и структурах, индуцированных механическими напряжениями.
9. Композитные материалы и устройства магнитной стрейтроники.
10. Состав и методы изготовления структур.
11. Устройства памяти и логики, переключаемые электрическим полем.
12. Датчики, переключатели энергии, микродвигатели.
13. Материалы с гигантским магнитосопротивлением. Основные понятия.
14. Гранулированные магнитные нанокompозиты. Получение и методы исследования.
15. Однодоменные наночастицы и суперпарамагнетизм. Магнитосопротивление нанокompозитов.
16. Многослойные системы с гигантским магнитосопротивлением.
17. Применение материалов с гигантским магнитосопротивлением.
18. Основные направления фотоники. Общие сведения.
19. Краткая история фотоники. Основные предпосылки возникновения фотоники.
20. Тенденции развития фотоники.
21. Связь фотоники с другими областями наук и составляющие фотоники.
22. Области применения фотоники

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса.

Критерии оценивания	
Оценка «зачет»	Содержание ответа в основных чертах отражает содержание вопроса. Студент демонстрирует как знание, так и понимание вопроса, но испытывает незначительные проблемы при ответах на дополнительные вопросы.
Оценка «незачет»	Содержание ответа не отражает содержание вопроса. Имеются грубые ошибки, а также незнание ключевых определений и литературы. Ответ на вопросы не носит развернутого изложения темы.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в функциональную электронику	УК-3, УК-6	Тест
2	Стрейтроника – новое направление микро- и нанoeлектроники	УК-3, УК-6	Тест
3	Тенденции развития мемристоров и устройств на их основе.	УК-3, УК-6	Тест
4	Магниторезисторы и устройства на их основе	УК-3, УК-6	Тест
5	Современные тенденции развития фотоники	УК-3, УК-6	Тест

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.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания
8.1.1. Основная литература			
8.1.1.1	Свистова Т.В.	Функциональная электроника: учеб.пособие [Электронный ресурс]. – Электрон.текстовые и граф. данные (3,2 Мб) / Т.В. Свистова. - Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014. – 1 электрон.опт. диск (CDROM) : цв. – Систем.требования: ПК 500 и выше; 256 Мб ОЗУ; Windows XP; SVGA с разрешением 1024x768; MSWord 2007 или более поздняя версия; CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана. – Диск и сопровод. материал помещены в контейнер 12x14 см.	2014
8.1.1.2	Ситников А.В., Калинин Ю.Е., Жилова О.В.	Новые направления физики конденсированного состояния: учебное пособие [Электронный ресурс]. - Электрон. текстовые и граф. данные (6,85 Мб) / А.В. Ситников, Ю.Е. Калинин, О.В. Жилова. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2021. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM): цв. – Систем. требования: ПК 500 и выше; 256 Мб ОЗУ; Windows XP; SVGA с разрешением 1024x768; Adobe Acrobat; CD-ROM	2021

7.1.2. Дополнительная литература			
8.1.2.1	Бухараев А.А., Звездин А.К., Пятаков А.П., Фетисов Ю.К..	Стрейтроника- новое направление микро- и нанoeлектроники и науки о материалах // Успехи физических наук, 2018, т. 188, № 12. С. 1288-1330.	0,1
8.1.2.2	Гриднев С.А., Калинин Ю.Е., Ситников А.В., Стогней О.В.	Нелинейные явления в нано- и микрогетерогенных системах. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. -352 с.	0,2

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, СтройКонсультант (<http://www.stroykonsultant.com>).

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная Видеопроектором Epson

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

По дисциплине «Современные тенденции развития функциональной электроники» читаются лекции.

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

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.

Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - 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 три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.