

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФРТЭ  В.А. Небольсин  
«29» *июня* 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Оптомеханические системы»

**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  /Коротков Л.Н./

Заведующий кафедрой  
Физики твердого тела  /Калинин Ю.Е./

Руководитель ОПОП  /Калгин А.В./

Воронеж 2018

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Цель дисциплины.** Формирование знаний в областях, связанных с распространением электромагнитных волн видимого, инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов спектра, приобретение практических навыков в разработке оптических приборов, устройств передачи информации и датчиков.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

Изучение оптических чувствительных элементов и датчиков, основанных на оптических элементах.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Оптомеханические системы» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Оптомеханические системы» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен участвовать в разработке топологии интегральных схем, знаком с топологическими принципами построения интегральных схем. 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

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ПК-1	Знать принципы функционирования оптомеханических датчиков;
	Уметь моделировать процессы, протекающие в оптомеханических устройствах;
	Владеть навыками исследования рабочих характеристик оптомеханических систем

## **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины «Оптомеханические системы» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

### очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	54	54
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	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.	СРС	Всего, час
1	Оптические излучатели и фоточувствительные элементы.	Внутренний и внешний фотоэффект. Фотоэлектронные полупроводниковые приборы, их устройство, принципы функционирования и технические характеристики. фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы. Пироэлектрические приемники излучения. Светодиодные и лазерные источники излучения	6	4	10	20
2	Оптические датчики.	Классификация и назначение датчиков оптического излучения. датчики барьерного типа, датчики рефлекторного типа, датчики диффузионного типа. Типовые конструкции датчиков	6	4	12	22
3	Области применения оптомеханических датчиков	Оптические энкодеры. Области применения энкодеров. Методы измерения расстояний с помощью лазеров. Лазерные дальномеры	8	4	16	28
4	Микродисплеи.	Микродисплеи. Просветные, отражательные, светоизлучающие микродисплеи. Видеопроекторные устройства. Цифровые микрозеркальные	16	6	16	38

	устройства. Жидкокристаллические дисплеи. Графические дисплеи				
<b>Итого</b>		<b>36</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

## 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
ПК-1	Знать принципы функционирования оптомеханических датчиков;	Активная работа на практических занятиях. Знание теоретического материала. Решение прикладных задач.	Оценка «удовлетворительно» и выше работу на практических занятиях и при решении задач.	Оценка «неудовлетворительно» и выше работу на практических занятиях и при решении задач
	Уметь моделировать процессы, протекающие в оптомеханических устройствах;	Активная работа на практических занятиях. Знание теоретического материала. Решение прикладных задач	Оценка «удовлетворительно» и выше работу на практических занятиях и при решении задач	Оценка «неудовлетворительно» и выше работу на практических занятиях и при решении задач
	Владеть навыками исследования рабочих характеристик оптомеханических систем	Активная работа на практических занятиях. Знание теоретического материала. Решение прикладных задач.	Оценка «удовлетворительно» и выше работу на практических занятиях и при решении задач	Оценка «неудовлетворительно» и выше работу на практических занятиях и при решении задач

#### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	Знать принципы функционирования оптомеханических датчиков;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь моделировать процессы, протекающие в оптомеханических устройствах;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками исследования рабочих характеристик оптомеханических систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	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

- Используя диаграммы записать выражение для матричного элемента перехода. (Ограничиться двумя первыми членами).

Ответ:

$$M_{ba} = V_{ba} + \sum_{n_1} \frac{V_{bn_1} V_{n_1a}}{E_a - E_{n_1}}$$

- Какой уровень называется метастабильным и какое время жизни атомов в этом состоянии?

Ответ:

$$\delta t \approx \frac{\hbar}{\delta E}$$

- Назовите и объясните характеристики спонтанного излучения.

Ответ: Электромагнитное излучение обусловленное спонтанными переходами в коллективе атомов называются спонтанным излучением. Спонтанное излучение ненаправлено, некогерентно, неполяризовано и немонахроматично.

$$dW_{mn}^{спонт} = A_{mn} dt$$

- Вынужденные квантовые переходы? Запишите выражения для вероятности вынужденного испускания и вынужденного поглощения.

Ответ: Вынужденные квантовые переходы переходы системы из одного квантового состояния в другое под действием внешнего возмущения.

$$dW_{nm}^{погл} = B_{nm} \rho(\omega) dt$$

$$dW_{mn}^{изл} = B_{mn} \rho(\omega) dt$$

5. Свойства фотона при вынужденном испускании?  
*Ответ: Имеет одинаковую частоту, фазу, направление распространения и поляризацию с фотоном который индуцировал процесс.*
6. Спектр излучения при однородном уширении описывается гаусовской кривой?  
*Ответ: Да Нет*
7. Какой кривой описывается спектр излучения при неоднородном уширении спектральных линий?  
*Ответ: Гаусовской*
8. Уширение спектральной линии за счет столкновений - это  
*Ответ:*  
**а) однородное уширение;**  
**б) неоднородное уширение.**
9. Дайте определение однородного и неоднородного уширения спектральных линий. Приведите примеры.  
*Ответ: Если линии отдельного атома и системы в целом уширяются одинаково однородное уширение. (естественное уширение, уширение за счет релаксации и столкновений). Уширение называется не однородным если резонансная частота отдельных атомов не совпадает и распределяется в некоторой полосе частот приводя к уширению линии поглощения системы в целом. (доплеровское уширение и неоднородности среды).*
10. В каком диапазоне наблюдается эффект Комптона? Объясните это явление.  
*Ответ:*

$$\hbar k \cong p_{\text{электр}} \hbar \omega - \hbar \omega' = \Delta E$$

*мало  $\Delta E = f(\alpha)$  эффект упругого столкновения двух частиц.*

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задача 1. Сложный объектив состоит из двух линз, одна из которых сделано из стекла с коэффициентом преломления  $n_1=1,52$ , второе с  $n_2=1,6$ . Линзы склеены канадским бальзамом, с  $n_3=1,54$ . Считая углы падения света на поверхности линз малыми, определить потери света в объективе из-за отражений. Сравнить эти потери со случаем, когда обе линзы разделены воздушной прослойкой.

Задача 2. Процесс рекомбинации означает переход электронов с более высоких энергетических уровней зоны проводимости на более низкие энергетические уровни валентной зоны. Такие переходы сопровождаются выделением квантов света, т.е. фотонов. Это явление называемое излучательной рекомбинацией лежит в основе работы светодиодов. Какие полупроводники можно использовать чтобы получить излучение с длиной волны  $\lambda=0,38-0,78\text{мкм}$ ?

Задача 3. Определить температуру, при которой в твердом п/п вероятность найти электрон с энергией 0,5 эВ над уровнем Ферми равна 2%?

$$T = 1490\text{K}$$

Задача 4. Дать краткое понятие запрещенной зоны и уровня Ферми применительно к беспримесному п/п. Ширина запрещенной зоны  $\sim 0,5$  эВ. Вычислить вероятность заполнения электроном уровня вблизи дна зоны проводимости при температурах  $T=0\text{K}$  и

$T=290\text{K}$ . Показать, будет ли увеличиваться эта вероятность при указанных выше температурах, если на п/п действует электромагнитное излучение а). с длиной волны  $1,0\text{ мкм}$ , б). с длиной волны  $2,0\text{ мкм}$ .

Задача 5. Рассмотреть электрон с нулевой потенциальной энергией в одномерной потенциальной яме в пределах  $x=0$  и  $x=a$ . Вне этих пределов потенциал равен бесконечности. Вывести выражение для уровней потенциальной энергии этого электрона.

Задача 6. Найдите значение волновой функции  $\Psi$ , описывающее состояние электрона в одномерном потенциальном ящике длиной  $L$ . Предполагается, что высота потенциальных барьеров на стенках ящика в точках  $x=0$  и  $x=a$  бесконечна. Показать, что энергия, которую может иметь электрон в таких системах квантуется. Получить выражение для энергии электрона в случае трехмерной модели потенциального ящика.

Задача 7. Оценить минимальную мощность лампы-вспышки, необходимую для накачки твердотельного лазера. Число активных частиц в кристалле  $n=10^{19}\text{ см}^{-3}$ , объем кристалла  $10\text{ см}^3$ . Время жизни частиц на верхнем рабочем уровне  $\tau_{\text{сн}}=3\cdot 10^{-3}\text{ с}$ . Середина полосы, в которую происходит основное поглощение излучения источника накачки,  $\nu=6\cdot 10^{14}\text{ Гц}$ . Принять КПД лампы накачки  $100\%$ . Инверсная перенаселенность наступает, если на верхний рабочий уровень перейдет больше половины активных частиц.

Задача 8. Если кристалл рубина освещать светом с длиной волны  $550\text{ нм}$ , можно ли получить излучение на длине волны  $693,3\text{ нм}$ ? Объяснить физический механизм, который обуславливает это явление.

Задача 9. Вычислить энергию фотонов:

- а). в ультрафиолетовой области спектра ( $\lambda=330$  и  $250\text{ нм}$ )
- б). желтого света ( $\lambda=589\text{ нм}$ )
- с). красного света ( $\lambda=644\text{ нм}$ ).

Свет падает на поверхность натрия, работа выхода фотоэлектронов которого равна  $2,11\text{ эВ}$ . Найти максимальные скорости фотоэлектронов, если длины волн падающего света принимают заданные значения.

Задача 10. Рассчитать  $Q_r$  добротность и время жизни фотона  $\tau_r$  в резонаторе Фабри-Перо с плоскими зеркалами. Расстояние между зеркалами  $L=1\text{ м}$ . В резонаторе возбуждается один основной тип колебаний  $\text{TEM}_{00q}$ , образованная двумя бегущими навстречу друг другу плоскими волнами ( $\lambda=0,6\text{ мкм}$ ). Среда заполняющая резонатор, слабо поглощающая (коэффициент поглощения  $\beta=0,001\text{ см}^{-1}$ ). (эти потери могут быть связаны с процессом рассеивания в среде, не резонансным поглощением и т.д.) Коэффициент отражения каждого из зеркал  $r=95\%$ . Диаметр зеркал много больше диаметра светового пучка, поэтому дифракционными потерями можно пренебречь.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Объемный резонатор используют в диапазоне

Ответ:

- а)  $10^9\text{-}10^{11}\text{ Гц}$ ;
- б)  $10^{14}\text{-}10^{15}\text{ Гц}$ ;
- в)  $10^{17}\text{-}10^{18}\text{ Гц}$ .

2. Добротность объемного резонатора выше добротности оптического резонатора?

Ответ: Да **Нет**

32. Оптический резонатор – это

Ответ:

**а) многомодовый резонатор;**

б) одномодовый резонатор.

3. Добротность оптического резонатора ниже добротности спектральной линии?

Ответ: а) да **б) нет**

4. Какие колебания оптического резонатора называются аксиальными и неаксиальными?

Ответ: Колебания распространяющиеся по оптической оси резонатора называются аксиальными.

5. Какие потери оптического резонатора называют полезными:

Ответ:

а) дифракционные потери;

**б) потери на излучение;**

в) потери в активном веществе.

6. Записать условие устойчивости резонатора.

Ответ:

$$0 \leq \left( \frac{L}{R_1} - 1 \right) \left( \frac{L}{R_2} - 1 \right) \leq 1$$

7. Объяснить особенности кольцевого резонатора.

8. Записать условие самовозбуждения квантового генератора.

Ответ:

$$\hbar \omega B_{mn} g(\omega) \left( \frac{g_n}{g_m} N_m - N_n \right) \geq \frac{\omega}{Q}$$

9. Для каких колебаний в оптическом резонаторе в первую очередь будет выполняться условие самовозбуждения?

Ответ: Аксиальных

10. В каком резонаторе будут потери на дифракцию меньше в плоском или в конфокальном при одинаковой величине числа Френеля?

Ответ: Конфокальном

### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Внутренний и внешний фотоэффект.

2. Фотоэлектронные приборы на внешнем фотоэффекте

3. Пироэлектрические приемники излучения.

4. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна.

5. Принцип работы квантовых усилителей и генераторов

6. Объемные и открытые резонаторы. Одномодовый и многомодовый резонатор.

Добротность и потери в резонаторах.

7. Конфокальный резонатор и резонаторы с произвольными сферическими зеркалами. Диаграмма условия устойчивости оптических резонаторов.
8. Кольцевой резонатор и резонатор с брегговским зеркалом
9. Оптические переходы в полупроводниках
10. Оптическое поглощение в кристаллах полупроводников.
11. Люминисценция. Условия инверсии и усиления в полупроводниках
12. Механизмы излучательной рекомбинации в полупроводниках.
13. Фотоэлектрические эффекты. Фоторезистивный эффект.
14. Фотоэлектронные полупроводниковые приборы, их устройство, принципы функционирования и технические характеристики. Фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы.
15. Полупроводниковые лазеры. Общая характеристика и особенности.
16. Инжекционные ДГС-лазеры
17. Светодиоды
18. Фотовольтаические эффекты в неоднородных структурах. p-i-n и лавинные фотодиоды.
19. Классификация и назначение датчиков оптического излучения. Датчики барьерного типа, датчики рефлекторного типа, датчики диффузионного типа.
20. Типовые конструкции датчиков барьерного типа.
21. Типовые конструкции датчиков рефлекторного типа
22. Типовые конструкции датчиков диффузионного типа
23. Датчики: светового потока (энергетические, спектральные), оптического поглощения, смещения, положения.
24. Оптические энкодеры. Области применения энкодеров.
21. Методы измерения расстояний с помощью лазеров. Лазерные дальномеры
25. Актюаторы. Микромеханические приводы движения: пьезоэлектрические, емкостные, термомеханические, электромагнитные, пневматические актюаторы.
26. Устройства микросмещения, микропозиционирования, Микроманипуляторы.
27. Термоактюаторы: микронагреватели, микрохолодильники.
28. Миниатюрные оптоэлектромеханические компоненты.
29. Управляемые оптоэлектромеханические микрокомпоненты: резонаторы, зеркала, линзы затворы, фильтры; оптопереключатели.
30. Микроустройства обработки, хранения и записи информации: оптомеханические и интегрально-оптические схемы.
31. Микродисплеи. Просветные, отражательные, светоизлучающие микродисплеи.
32. Видеопроекторные устройства. Цифровые микрозеркальные устройства.
33. Жидкокристаллические дисплеи.
34. Графические дисплеи

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*(Например: Экзамен 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 «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент*

набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Оптические излучатели и фоточувствительные элементы.	ПК-1	Тестирование
2	Оптические датчики.	ПК-1	Тестирование
3	Области применения оптомеханических датчиков	ПК-1	Тестирование
4	Микродисплеи.	ПК-1	Тестирование

### **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.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника. – М.: изд-во Высшая

школа, 2001.-573с.

2. Звелто О. Принципы лазеров. М.: «Мир», 1984.-400с.

3. Носов Ю.Р. Оптоэлектроника. – М.: «Советское радио», 1989.-360с..

4. Рябов С.Г., Торопкин Г.Р., Усольцев И.Ф. Приборы квантовой электроники. – М.: «Радио и связь», 1985.-280с.

Коноплев Б.Г., Лысенко И.Е. Компоненты микросистемной техники. Часть 1.– Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009.– 117 с.

5. И. В. Круглик, А. А. Левицкий. З. В. Левицкая. Конспект лекций по дисциплине «Компоненты микросистемной техники». Красноярск 2007, -208 с

6. А.В. Самарин. Жидкокристаллические дисплеи. Издательство: Солон-пресс. 2010. ISBN: 5-93455-178-7

**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:**

*Укажите перечень информационных технологий*

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

*Укажите материально-техническую базу*

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

По дисциплине «Оптомеханические системы » читаются лекции, проводятся практические 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 оптомеханических устройств. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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.

<p>Практическое занятие</p>	<p>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.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>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.</p>