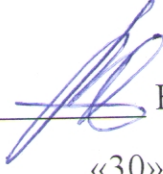


**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Твердотельная криогеника»

Направление подготовки 14.03.01 ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОФИЗИКА

Профиль ТЕХНИКА И ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года




Форма обучения очная

Год начала подготовки 2016

Автор программы

Зав. кафедрой физики твердого тела

Руководитель ОПОП

 /К.Г. Королев/  
 /Ю.Е. Калинин/  
 /О.В. Калядин/

Воронеж 2017

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Изучение теплофизических основ получения охлаждения с помощью свойств твердого тела

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

Формирование знаний о термоэлектрических и гальваномагнитных явлениях. Формирование знаний об области применения твердотельных криогенных охладителей. Формирование умений разрабатывать твердотельные криогенные охладители.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Твердотельная криогеника» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Твердотельная криогеника» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - способностью разрабатывать проекты узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии

ПКВ-3 - готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области низкотемпературной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам

ПКВ-6 - способностью использовать полученные специализированные знания для проектирования, создания и эксплуатации разнообразных установок низкотемпературной техники

ПКВ-7 - готовностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способен привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	Знать способы разработки проектов узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований
	Уметь использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии
	Владеть способностью разрабатывать проекты узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии
ПКВ-3	Знать научно-технические задачи в области низкотемпературной техники и систем

	<p>жизнеобеспечения</p> <p>Уметь выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области низкотемпературной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам</p> <p>Владеть готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области низкотемпературной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам</p>
ПКВ-6	<p>Знать способы проектирования, создания и эксплуатации разнообразных установок низкотемпературной техники</p> <p>Уметь использовать полученные специализированные знания для проектирования, создания и эксплуатации разнообразных установок низкотемпературной техники</p> <p>Владеть способностью использовать полученные специализированные знания для проектирования, создания и эксплуатации разнообразных установок низкотемпературной техники</p>
ПКВ-7	<p>Знать способы выявления проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p> <p>Уметь использовать физико-математический аппарат для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p> <p>Владеть способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p>

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Твердотельная криогеника»

составляет 3 з.е.

**Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
<b>В том числе:</b>		
Лекции	24	24
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
<b>Самостоятельная работа</b>	36	36
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.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Теплофизические основы получения охлаждения с помощью свойств твердого тела	Термодинамический анализ твердотельных методов охлаждения. Эффекты охлаждения в твердом теле при наличии внешнего силового поля. Эффекты охлаждения в твердом теле при воздействии на него потока электромагнитных и ультразвуковых волн. Эффекты охлаждения в твердом теле при прохождении по нему электрического тока. Связь необратимых потерь в стационарно действующем охладителе с параметром добротности использованных материалов	2	4		4	10
2	Материалы для твердотельных криогенных охладителей азотного уровня температур	Условия достижения максимального параметра добротности. Экспериментальная техника измерения параметра добротности. Материалы для каскадов предварительного охлаждения. Материалы для каскадов глубокого охлаждения. Особенности изготовления охлаждаемых элементов для каскадов глубокого охлаждения	6	8	4	8	26
3	Гальваномагнитное охлаждение	Гальванотермомагнитные явления. Связь необратимых процессов, протекающих в гальванотермомагнитных преобразователях, с параметром гальванотермомагнитной добротности использованных материалов. Экспериментальные исследования параметров гальванотермомагнитной добротности некоторых материалов. Экспериментальные исследования гальваномагнитных охладителей. Охлаждение ниже температуры	4	8		8	20

		жидкого азота					
4	Твердотельный криогенный охладитель азотного уровня температур	Расчет характеристик комбинированного твердотельного устройства, состоящего из термоэлектрического и гальваномагнитного охладителей. Экспериментальные результаты исследования охладителя Пельтье-Эттингсгаузена. Магнитотермоэлектрические охладители. Схемы построения твердотельных криогенных охладителей и их характеристики	6	8	8	8	30
5	Область применения и перспективы использования твердотельных криогенных охладителей	Применение твердотельных охладителей в СВЧ-технике. Применение твердотельных охладителей в инфракрасной технике. Перспективы использования твердотельных криогенных охладителей в вычислительной технике и медицинской электронике. Параметрический ряд твердотельных охладителей	6	8		8	22
<b>Итого</b>			<b>24</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>36</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Исследование термоэлектрического охлаждающего устройства  
Исследование эффекта Эттингсгаузена  
Исследование эффекта Нернста-Эттингсгаузена  
Расчет характеристик комбинированного твердотельного устройства, состоящего из термоэлектрического и гальваномагнитного охладителей

## 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-4	Знать способы разработки проектов узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать в	Решение стандартных	Выполнение работ	Невыполнение

	разработке технических проектов новые информационные технологии	практических задач	в срок, предусмотренный в рабочих программах	работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью разрабатывать проекты узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПКВ-3	Знать научно-технические задачи в области низкотемпературной техники и систем жизнеобеспечения	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области низкотемпературной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области низкотемпературной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПКВ-6	Знать способы проектирования, создания и эксплуатации разнообразных установок низкотемпературной техники	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать полученные специализированные знания для проектирования,	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	создания и эксплуатации разнообразных установок низкотемпературной техники		программах	программах
	Владеть способностью использовать полученные специализированные знания для проектирования, создания и эксплуатации разнообразных установок низкотемпературной техники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПКВ-7	Знать способы выявления проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать физико-математический аппарат для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат	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 8 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-4	Знать способы разработки проектов узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью разрабатывать проекты узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПКВ-3	Знать научно-технические задачи в области низкотемпературной техники и систем жизнеобеспечения	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	Уметь выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области низкотемпературной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области низкотемпературной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПКВ-6	Знать способы проектирования, создания и эксплуатации разнообразных установок низкотемпературной техники	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь использовать полученные специализированные знания для проектирования, создания и эксплуатации разнообразных установок низкотемпературной техники	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью использовать полученные специализированные знания для проектирования, создания и эксплуатации разнообразных установок низкотемпературной техники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПКВ-7	Знать способы выявления проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь использовать физико-математический аппарат для решения проблем, возникающих в	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены



	ходе профессиональной деятельности			
	Владеть способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат	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 (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)**

**7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)**

**7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)**

**7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

*Термодинамический анализ твердотельных методов охлаждения.*

*Эффекты охлаждения в твердом теле при наличии внешнего силового поля. Эффекты охлаждения в твердом теле при воздействии на него потока электромагнитных и ультразвуковых волн. Эффекты охлаждения в твердом теле при прохождении по нему электрического тока. Связь необратимых потерь в стационарно действующем охладителе с параметром добротности использованных материалов*

*Условия достижения максимального параметра добротности. Экспериментальная техника измерения параметра добротности. Материалы для каскадов предварительного охлаждения. Материалы для каскадов глубокого охлаждения. Особенности изготовления охлаждаемых элементов для каскадов глубокого охлаждения*

*Гальванотермомагнитные явления. Связь необратимых процессов, протекающих в гальванотермомагнитных преобразователях, с параметром гальванотермомагнитной добротности использованных материалов. Экспериментальные исследования параметров гальванотермомагнитной добротности некоторых материалов. Экспериментальные исследования гальваномагнитных охладителей. Охлаждение ниже температуры жидкого азота*

*Расчет характеристик комбинированного твердотельного устройства, состоящего из термоэлектрического и гальваномагнитного охладителей. Экспериментальные результаты исследования охладителя Пельтье-Эттингсгаузена. Магнитотермоэлектрические охладители. Схемы построения твердотельных криогенных охладителей и их характеристики*

*Применение твердотельных охладителей в СВЧ-технике. Применение твердотельных охладителей в инфракрасной технике. Перспективы*

использования твердотельных криогенных охладителей в вычислительной технике и медицинской электронике. Параметрический ряд твердотельных охладителей

### 7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

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

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	Теплофизические основы получения охлаждения с помощью свойств твердого тела	ПК-4, ПКВ-3, ПКВ -6, ПКВ-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Материалы для твердотельных криогенных охладителей азотного уровня температур	ПК-4, ПКВ-3, ПКВ -6, ПКВ-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Гальваномагнитное охлаждение	ПК-4, ПКВ-3, ПКВ -6, ПКВ-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Твердотельный криогенный охладитель азотного уровня температур	ПК-4, ПКВ-3, ПКВ -6, ПКВ-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Область применения и перспективы использования твердотельных криогенных охладителей	ПК-4, ПКВ-3, ПКВ -6, ПКВ-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

			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.

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

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

1. Гриднев, С.А. *Расчет термоэлектрических устройств* : Учеб. пособие. - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - 114 с. - 220-59; 250 экз.

2. Гриднев, С.А. *Термоэлектрические материалы* : Учеб. пособие. - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - 130 с. - 251-97; 250 экз.

**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:**

- 1) *SMath Studio*
- 2) <https://elibrary.ru>
- 3) <https://cchgeu.ru>

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

*Для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой, персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет.*

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

По дисциплине «Твердотельная криогеника» 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 расчета устройств твердотельной криогеники. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

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"><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>
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.
--	--