

**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
«Криогенное оборудование»

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


/О.В. Калядин/

Заведующий кафедрой
Физики твердого тела


/Ю.Е. Калинин/

Руководитель ОПОП


/О.В. Калядин/

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

приобретение студентами теоретических знаний и представлений о методах и средствах получения и применения искусственного холода в области криогенных температур.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- формирование у студентов приемов анализа криогенного оборудования раз-

личного температурного уровня.

- изучение особенностей устройства и технических требований к эксплуатации

криогенного оборудования.

- ознакомление с устройством и принципами работы: газификационных установок, технических материалов для криогенного оборудования, хранилищ для криогенных жидкостей.

- приобретение навыков проектирования криогенного оборудования с использованием информационных технологий;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

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

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Криогенное оборудование» 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-5 - способностью проектировать машины и аппараты с целью обеспечения их максимальной производительности, долговечности и безопасности, обеспечения надежности узлов и деталей машин и аппаратов

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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	Знать устройство, принцип действия, а также методики расчета узлов и аппаратов, входящих в состав криогенного оборудования
	Уметь разрабатывать с использованием новых информационных технологий проекты узлов и аппаратов криогенного оборудования с учетом сформулированных к ним требований

	Владеть навыками разработки, в том числе с использованием новых информационных технологий, технических проектов узлов и аппаратов криогенного оборудования
ПКВ-5	Знать методы расчета и проектирования детандеров, криогенных газовых машин, криогенных емкостей и газификационных установок
	Уметь проектировать детандеры, криогенные газовые машины, криогенные емкости и газификационные установки с целью обеспечения их максимальной производительности.
	Владеть навыками проектирования детандеров, криогенных газовых машин, криогенных емкостей и газификационных установок с целью обеспечения их максимальной производительности.
ПКВ-6	Знать конструкционные материалы, используемые для изготовления криогенного оборудования, а также контрольно-измерительные приборы криогенной техники
	Уметь использовать знания типов и свойств низкотемпературных конструкционных материалов, а также контрольно-измерительных приборов криогенной техники для проектирования, создания и эксплуатации разнообразного криогенного оборудования
	Владеть навыками использования знаний типов и свойств низкотемпературных конструкционных материалов, а также контрольно-измерительных приборов криогенной техники для проектирования, создания и эксплуатации разнообразного криогенного оборудования

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Криогенное оборудование» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	54	54

Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
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	Введение в криогенику	История развития криогеники. Криогенные машины. Основные этапы развития. Назначение криогенных машин и их классификация	2	2	4	8
2	Детандеры и криогенные насосы	Поршневые криогенные детандеры. Классификация. Устройство и принцип действия поршневого детандера. Теоретическая индикаторная и фазовая диаграмма поршневого детандера. Действительный рабочий процесс детандера. Регулирование холодопроизводительности поршневых детандеров. Криогенные турбодетандеры. Классификация. Активные и реактивные турбодетандеры. Типы направляющих аппаратов и рабочих колес. Техническая работа. Построение процесса расширения в I-S и T-S диаграммах. Процесс расширения и КПД проточной части радиального турбодетандера. Регулирование холодопроизводительности турбодетандеров. Криогенные насосы для перекачивания сжиженных криопродуктов. Основные требования, классификация, области применения и параметры криогенных насосов. Криогенные поршневые насосы. Криогенные лопаточные насосы. Обеспечение бескавитационной работы насосов. Малорасходные криогенные насосы.	10	4	12	26
3	Криогенные газовые машины	Принцип действия и классификация криогенных газовых машин. Принципиальные схемы машин. Циклы и особенности рабочего процесса. Криогенная машина Стирлинга. Криогенная машина Гиффорда-Макмагона. Криогенная машина Вольфье-Такониса. Конструкции.	4	2	8	14
4	Хранение и транспортировка криогенных газов	Хранение и транспортирование несжиженных криогенных газов. Газгольдеры переменного объема (постоянного давления). Газгольдеры постоянного объема низкого давления. Газгольдеры постоянного объема высокого давления. Конструктивные особенности и характеристика газгольдеров. Баллоны и реципиенты. Низкотемпературная тепловая изоляция. Вспученные пенопластовые изоляции. Газонаполненные порошковые и волокнистые изоляции. Вакуумная изоляция. Вакуумно-порошковые и вакуумно-волокнистые изоляции. Отражающие порошковые изоляции. многослойные изоляции. Резервуары с охлаждаемыми экранами. Коллоквиум. Сосуды и емкости для хранения и транспортирования	10	4	12	26

		сжиженных криогенных газов. Основные элементы конструкции и схемы резервуаров. Эффективность хранения жидкости в зависимости от размеров и конструкции резервуаров. Способы хранения сжиженных газов без потерь. Стационарные резервуары (с традиционной изоляцией, с вакуумно-порошковой изоляцией, с вакуумно-многослойной изоляцией). Транспортные резервуары. Системы для транспортирования криогенных жидкостей. Неизолированные трубопроводы и трубопроводы с пористой изоляцией. трубопроводы с вакуумированными изоляциями. Соединения в трубопроводах с вакуумированными изоляциями. Криовентили. Процессы захлаживания и двухфазные потоки при передаче криогенных жидкостей по трубопроводам.				
5	Газификационные установки	Назначение и анализ схем газификационных установок. Компрессионные газификаторы. Теплые газификаторы. Холодные газификаторы. Газификаторы с насосом.	4	2	6	12
6	Стали и сплавы для криогенной техники	Стали и сплавы для криогенной техники. Механические свойства металлов и сплавов при низких температурах (углеродистые стали, низколегированные стали с улучшенной хладостойкостью, никелевые стали с повышенной хладостойкостью, стали аустенитного класса, медь и ее сплавы, алюминий и его сплавы). Влияние низких температур на свойства сварных швов. Механические свойства припоев и паяных соединений.	4	2	8	14
7	КИП криогенной техники	Требования, предъявляемые к контрольно-измерительным приборам. Способы измерения основных параметров: давление, уровень, температура, расход. Определение состава газов.	2	2	4	8
Итого			36	18	54	108

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-4	Знать устройство, принцип	Активная работа на	Выполнение работ	Невыполнение

	действия, а также методики расчета узлов и аппаратов, входящих в состав криогенного оборудования	практических занятиях	в срок, предусмотренный в рабочих программах	работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь разрабатывать с использованием новых информационных технологий проекты узлов и аппаратов криогенного оборудования с учетом сформулированных к ним требований	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками разработки, в том числе с использованием новых информационных технологий, технических проектов узлов и аппаратов криогенного оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПКВ-5	Знать методы расчета и проектирования детандеров, криогенных газовых машин, криогенных емкостей и газификационных установок	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь проектировать детандеры, криогенные газовые машины, криогенные емкости и газификационные установки с целью обеспечения их максимальной производительности.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками проектирования детандеров, криогенных газовых машин, криогенных емкостей и газификационных установок с целью обеспечения их максимальной производительности.	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 конструкционные материалы, используемые для изготовления криогенного оборудования, а также контрольно-измерительные приборы криогенной техники	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать знания типов и свойств низкотемпературных конструкционных материалов, а также контрольно-измерительных приборов криогенной техники для проектирования, создания и эксплуатации разнообразного криогенного оборудования	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками использования знаний типов и свойств низкотемпературных конструкционных материалов, а также контрольно-измерительных приборов криогенной техники для проектирования, создания и эксплуатации разнообразного криогенного оборудования	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 6 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-4	Знать устройство, принцип действия, а также методики расчета узлов и аппаратов, входящих в состав криогенного оборудования	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Уметь разрабатывать с использованием новых информационных технологий проекты узлов и аппаратов криогенного оборудования с учетом сформулированных к ним требований	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Владеть навыками разработки, в том числе с использованием новых информационных технологий, технических проектов узлов и аппаратов криогенного оборудования	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
ПКВ-5	Знать методы расчета и проектирования детандеров, криогенных газовых машин, криогенных емкостей и газификационных установок	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Уметь проектировать детандеры, криогенные газовые машины, криогенные емкости и газификационные установки с целью обеспечения их максимальной производительности.	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Владеть навыками проектирования детандеров, криогенных газовых машин, криогенных емкостей и газификационных установок с целью обеспечения их максимальной производительности.	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
ПКВ-6	Знать конструкционные материалы, используемые для изготовления криогенного оборудования, а также контрольно-измерительные приборы криогенной техники	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Уметь использовать знания типов и свойств низкотемпературных конструкци-	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных

онных материалов, а также контрольно-измерительных приборов криогенной техники для проектирования, создания и эксплуатации разнообразного криогенного оборудования					ответов
Владеть навыками использования знаний типов и свойств низкотемпературных конструкционных материалов, а также контрольно-измерительных приборов криогенной техники для проектирования, создания и эксплуатации разнообразного криогенного оборудования	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов

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

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. История развития криогеники.
2. Криогенные машины. Основные этапы развития.
3. Назначение криогенных машин и их классификация.
4. Устройство и принцип действия поршневого детандера.
5. Теоретическая индикаторная и фазовая диаграмма поршневого детандера.
6. Действительный рабочий процесс детандера.
7. Регулирование холодопроизводительности поршневых детандеров.
8. Активные и реактивные турбодетандеры.
9. Типы направляющих аппаратов и рабочих колес. Техническая работа.
10. Построение процесса расширения в I-S и T-S диаграммах.
11. Процесс расширения и КПД проточной части радиального турбодетандера.
12. Регулирование холодопроизводительности турбодетандеров
13. Основные требования, классификация, области применения и параметры криогенных насосов.
14. Криогенные поршневые насосы.
15. Криогенные лопаточные насосы.
16. Обеспечение бескавитационной работы насосов.
17. Малорасходные криогенные насосы.
18. Принцип действия и классификация машин.
19. Принципиальные схемы машин.
20. Циклы и особенности рабочего процесса.
21. Криогенная машина Стирлинга.
22. Криогенная машина Гиффорда-Макмагона.

23. Криогенная машина Волюмье-Такониса. Конструкции.
24. Газгольдеры переменного объема (постоянного давления).
25. Газгольдеры постоянного объема низкого давления.
26. Газгольдеры постоянного объема высокого давления.
27. Конструктивные особенности и характеристика газгольдеров. Баллоны и ре-
ципиенты.
28. Вспученные пенопластовые изоляции.
29. Газонаполненные порошковые и волокнистые изоляции.
30. Вакуумная изоляция.
31. Вакуумно-порошковые и вакуумно-волокнистые изоляции.
32. Отражающие порошковые изоляции. многослойные изоляции.
33. Резервуары с охлаждаемыми экранами.
34. Основные элементы конструкции и схемы резервуаров.
35. Эффективность хранения жидкости в зависимости от размеров и конструкции
резервуаров.
36. Способы хранения сжиженных газов без потерь.
37. Стационарные резервуары (с традиционной изоляцией, с вакуум-
но-порошковой изоляцией, с вакуумно-многослойной изоляцией).
38. Транспортные резервуары.
39. Неизолированные трубопроводы и трубопроводы с пористой изоляцией.
40. Трубопроводы с вакуумированными изоляциями.
41. Соединения в трубопроводах с вакуумированными изоляциями.
42. Криовентили.
43. Процессы захлаживания и двухфазные потоки при передаче криогенных
жидкостей по трубопроводам.
44. Назначение и анализ схем газификационных установок.
45. Компрессионные газификаторы.
46. Теплые газификаторы.
47. Холодные газификаторы.
48. Газификаторы с насосом.
49. Механические свойства металлов и сплавов при низких температурах
, углеродистые стали, низколегированные стали с улучшенной хладостойкостью.
50. Никелевые стали с повышенной хладостойкостью,
51. Стали аустенитного класса, медь и ее сплавы, алюминий и его сплавы.
52. Влияние низких температур на свойства сварных швов.
53. Механические свойства припоев и паяных соединений.
54. Требования, предъявляемые к контрольно-измерительным приборам.
55. Способы измерения основных параметров: давление, уровень, температура,
расход.
56. Определение состава газов.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 5 стандартных задач и 5 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, правильно решенная задача оценивается в 2 балла. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 15 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент

набрал от 15 до 20 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в криогенику	ПК-4, ПКВ-5, ПКВ -6	Тест, устный опрос, экзамен
2	Детандеры и криогенные насосы	ПК-4, ПКВ-5, ПКВ -6	Тест, устный опрос, экзамен
3	Криогенные газовые машины	ПК-4, ПКВ-5, ПКВ -6	Тест, устный опрос, экзамен
4	Хранение и транспортировка криогенных газов	ПК-4, ПКВ-5, ПКВ -6	Тест, устный опрос, экзамен
5	Газификационные установки	ПК-4, ПКВ-5, ПКВ -6	Тест, устный опрос, экзамен
6	Стали и сплавы для криогенной техники	ПК-4, ПКВ-5, ПКВ -6	Тест, устный опрос, экзамен
7	КИП криогенной техники	ПК-4, ПКВ-5, ПКВ -6	Тест, устный опрос, экзамен

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 методике 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 методике 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 методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

- Голев И.М. Теоретические основы работы трансформаторов тепла : учеб. пособие., 2003

- Милошенко В.Е. Кримофизика , 2009

- Соколов Е.Я., Бродянский В.М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения, 1981

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:

- SMath Studio

- Mathcad

- Advanced Grapher

- Microsoft Windows 10

- Apache OpenOffice

- Refprop 8.0

- <https://elibrary.ru>

- <https://cchgeu.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой

Азотное отделение криогенной лаборатории для проведения лабораторных работ, в которой размещаются:

- воздухоразделительная установка АжА-0,04

- криогенная газовая машина ЗИФ-1000

- установка, для получения жидкого азота ЗИФ-1002

- гелиевый ожижитель Г-8

Гелиевое отделение криогенной лаборатории для проведения лабораторных работ, в которой размещаются:

- установки для получения жидкого гелия Г-45, КГУ

Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума

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

По дисциплине «Криогенное оборудование» 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 криогенного оборудования. 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; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
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 зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.