

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета Строительный Панфилов Д.В.  
«29» июня 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**«Проектирование инженерных систем энергоэффективных зданий»**

**Направление подготовки 08.04.01 Строительство**

**Профиль Здания энергоэффективного жизненного цикла**

**Квалификация выпускника магистр**

**Нормативный период обучения 2 года**

**Форма обучения очная**

**Год начала подготовки 2018**

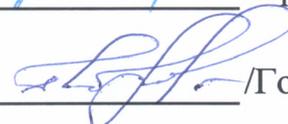
Автор программы

  
/Жерлыкина М.Н./

Заведующий кафедрой  
Жилищно-коммунального  
хозяйства

  
/Яременко С.А./

Руководитель ОПОП

  
/Горбанева Е.П./

Воронеж 2018

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Целью дисциплины «Проектирование инженерных систем энергоэффективных зданий» является:

- освоение особенностей теплоснабжения городов, в том числе отопления и горячего водоснабжения зданий энергоэффективного жизненного цикла;
- изучение техники и технологии вентиляции и кондиционирования воздуха, обоснование выбора наиболее целесообразных технологических схем;
- выбор и расчет режимов работы вентиляции и кондиционирования воздуха;
- расчет элементов и анализ работы инженерных систем в годовом режиме;
- обоснование способов снижения энергопотребления в системах отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения энергоэффективных зданий.

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

Основными задачами изучения дисциплины «Проектирование инженерных систем энергоэффективных зданий» являются:

- овладеть методиками решения научно-технических, организационно-технических и конструкторско-технологических задач в области проектирования и эксплуатации инженерных систем зданий и сооружений;
- получить углубленные фундаментальные и прикладные знания в области проектирования, монтажа и эксплуатации систем кондиционирования и холодоснабжения объектов строительства;
- изучить методы оценки инновационного потенциала, риска коммерциализации проекта, технико-экономического анализа инженерных систем зданий;
- освоить методы проектирования и мониторинга инженерных систем зданий, их конструктивных элементов, включая методы расчетного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования;
- получить навыки вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов инженерных систем, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

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

Дисциплина «Проектирование инженерных систем энергоэффективных зданий» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Проектирование инженерных систем энергоэффективных зданий» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен организовывать работы по разработке энергосберегающих мероприятий

ПК-7 - Способен разрабатывать и внедрять мероприятия по ресурсо- и энергосбережению в зданиях

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> . Составление технических заданий на разработку проекта энергосберегающих мероприятий
	ИД-4 <sub>ПК-1</sub> . Оценка соответствия проекта энергосберегающих мероприятий техническому заданию и нормативно-техническим документам
	ИД-5 <sub>ПК-1</sub> . Оценка затрат на внедрение проекта энергосберегающих мероприятий
	ИД-6 <sub>ПК-1</sub> . Оценка потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности здания
	ИД-7 <sub>ПК-1</sub> . Представление и защита проекта энергосберегающих мероприятий
ПК-7	ИД-1 <sub>ПК-7</sub> Выбор нормативно-технических документов в области потребления энергетических ресурсов
	ИД-3 <sub>ПК-7</sub> Контроль исполнения технологического режима эксплуатации здания

### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Проектирование инженерных систем энергоэффективных зданий» составляет 4 з.е.

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

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	108	108
<b>Курсовой проект</b>	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144

зач.ед.	4	4
---------	---	---

## 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	Теоретические основы обеспечения микроклимат помещений	<p><b>Система нормативных документов РФ в строительстве</b></p> <p>Понятие микроклимата зданий и сооружений. Инженерное оборудование зданий. Система нормативно-технических документов для обеспечения соблюдения требований к системам отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, противодымной вентиляции зданий и сооружений, горячего водоснабжения.</p> <p><b>Микроклимат в помещении и тепловой комфорт</b></p> <p>Физиологические аспекты. Комфортность и влияющие факторы.</p> <p><b>Свойства воздуха и основы психрометрии</b></p> <p>Состав воздуха. Газовые законы и их применение в кондиционировании воздуха. Фазовые переходы. Свойства влажного воздуха. <i>I-d</i> – диаграмма влажного воздуха. Определение влажности воздуха. Построение на <i>I-d</i> – диаграмме процессов изменения состояния влажного воздуха. Процессы нагрева и охлаждения. Процессы адиабатного (изоэнтальпийного) охлаждения. Изотермический процесс увлажнения. Политропические процессы тепло- и влагообмена. Процессы смешения. Термодинамика состояния рабочих сред тепло- и массообменных аппаратов кондиционирования.</p>	4	2	18	24
2	Системы внутреннего и наружного теплоснабжения зданий и сооружений	<p><b>Тепловые сети</b></p> <p>Схемы тепловых сетей. Прокладка тепловых сетей. Трасса и продольный профиль тепловых сетей. Конструирование трубопроводов. Строительные конструкции каналов для прокладки тепловых сетей. Опорные конструкции.</p> <p><b>Автоматизированные узлы управления систем водяного отопления</b></p> <p>Необходимость создания тепловых пунктов. Определение тепловой мощности котельной. Пьезометрический график тепловых сетей. Схемы узла управления при присоединении систем отопления к тепловым сетям по зависимой схеме. Автоматизированные узлы управления системами отопления, подключенные к тепловым сетям по зависимой схеме. Автоматизированные узлы управления системами отопления, подключенные к тепловым сетям по независимой схеме. Комплексная автоматизация систем водяного отопления.</p>	4	2	18	24

		<p><b>Конструирование систем отопления.</b></p> <p>Двухтрубные системы водяного отопления. Однотрубные системы отопления. Основные принципы гидравлического расчета систем водяного отопления.</p> <p><b>Горячее водоснабжение</b></p> <p>Основные элементы и устройства централизации горячего водоснабжения. Местные системы горячего водоснабжения.</p>				
3	Система вентиляции	<p><b>Общие сведения о системе вентиляции</b></p> <p>Назначение систем вентиляции. Классификация вентиляционных систем.</p> <p><b>Устройство вентиляционных систем</b></p> <p>Вентиляция жилых и общественных зданий: вентиляция с естественным побуждением, вентиляция с механическим побуждением. Приёмные устройства наружного воздуха в системах вентиляции. Выбросы загрязняющего вентиляционного воздуха в атмосферу. Воздушный режим здания.</p> <p><b>Методические подход к проектированию системы вентиляции</b></p> <p>Основы расчета воздухообмена в зданиях и сооружениях. Основные принципы организации воздухообмена. Системы защиты зданий и сооружений от пожаров и проникновения в помещения дыма. Извлечения из основных нормативных документов противопожарных и строительных требований к системам вентиляции в зданиях категорий А, Б, В1, В2, В3, В4, Г, Д. Основные положения по проектированию и строительству воздуховодов, каналов и дымовых труб с учетом пределов их огнестойкости. Проектирование воздуховодов. Классификация воздуховодов по плотности. Классификация воздуховодов по скорости потока воздуха и рабочему давлению. Классификация воздуховодов по материалам и конструктивному исполнению. Принципы аэродинамического расчета вентиляционных систем. Противодымная защита зданий при пожаре</p>	6	6	36	48
4	Система кондиционирования воздуха и холодоснабжения зданий	<p><b>Устройство системы кондиционирования воздуха.</b></p> <p>Оборудование для кондиционирования воздуха: воздухоподогреватели и воздухоохладители; электрические, газовые и нефтяные воздухоподогреватели, форсуночные камеры и испарительные воздухоохладители, увлажнители, оборудование для испарительного охлаждения воды, сорбционные осушители и оборудование для утилизации теплоты, вентиляторы, оборудование для очистки воздуха, агрегатное оборудование, комнатные концевые аппараты. Холодильные машины: виды холодильных машин, конструктивные особенности, принцип действия, достоинства и недостатки.</p> <p><b>Многозональные системы</b></p>	4	8	36	48

	<p><b>кондиционирования воздуха.</b>  Особенности проектирования системы кондиционирования воздуха зданий с многокомнатной планировкой. Центральная система кондиционирования воздуха с зональными воздухоподогревателями. Двухканальная система кондиционирования воздуха. Система кондиционирования воздуха с переменным расходом воздуха. Центральная-местная (водо-воздушная) система кондиционирования воздуха: система кондиционирования воздуха с эжекционными кондиционерами – доводчиками; система кондиционирования воздуха с вентиляторными доводчиками. Состав и принцип работы системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фанкойлами.</p> <p><b>Технические мероприятия, направленные на энергосбережение систем кондиционирования воздуха и холодоснабжения</b></p> <p>Аккумулирование теплоты и холода. Определение эффективности энергосберегающих решений в системах кондиционирования воздуха и холодоснабжения. Использование вторичных энергоресурсов.</p> <p><b>Теплоэнергетическая эффективность систем кондиционирования воздуха.</b></p> <p>Энергосбережение посредством рециркуляции внутреннего воздуха. Энергосбережение в прямоточной системе посредством утилизации холода и теплоты удаляемого воздуха. Энергосбережение в полной системе кондиционирования воздуха. Коэффициент полезного действия с первой центральной рециркуляцией и с воздухонагревателями первого и второго подогрева. Коэффициент полезного действия полной прямоточной системы кондиционирования. Коэффициент полезного действия системы с местной рециркуляцией и местными догревателями и доохладителями. Коэффициент полезного действия системы со второй рециркуляцией в расчетный теплый период года. Обобщенные выражения энтальпийного КПД системы с любой последовательностью процессов обработки воздуха. Эффективность применения обводного канала у воздухоохладителя и форсуночной камеры. Эффективность воздухонагревателя, установленного в обводном канале. Тепловая эффективность системы кондиционирования воздуха с первой рециркуляцией внутреннего воздуха и с утилизационными устройствами. Эксергетический КПД системы.</p> <p><b>Тепловые насосы</b></p> <p>Принципиальные схемы применения тепловых насосов. Применение тепловых насосов при различных технологических процессах. Тепловые насосы в теплоснабжении предприятий.</p> <p><b>Моделирование режимов регулирования</b></p>				
--	--	--	--	--	--

	работы холодильной техники системы климатизации зданий				
	Способы регулирования производительности компрессора холодильной машины. Способы регулирования работы холодильной машины.				
		<b>Итого</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>108</b>
				<b>144</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 предусматривает выполнение курсового проекта в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Разработка систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения энергоэффективного жилого дома»; «Проектирование систем климатизации энергоэффективного офисного здания»; «Разработка инженерных систем энергоэффективного высотного здания».

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- развитие навыков работы со специальной, нормативной и периодической литературой;
- практическое освоение применения расчетов при проектировании инженерных систем энергоэффективных зданий.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## 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 методы оценки соответствия проекта энергосберегающих мероприятий техническому заданию и нормативно-техническим документам (ИД-4ПК-1)	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	Уметь осуществлять оценку затрат на внедрение проекта энергосберегающих мероприятий (ИД-5пк-1)	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть подходами оценки потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности здания (ИД-6пк-1)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области		
	Владеть навыками представления и защиты проекта энергосберегающих мероприятий (ИД-7пк-1)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-7	Знать нормативно-технические документы в области потребления энергетических ресурсов (ИД-1пк-7)	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь осуществлять контроль исполнения технологического режима эксплуатации здания (ИД-3пк-7)	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	Знать методы оценки соответствия проекта энергосберегающих мероприятий техническому заданию и нормативно-техническим документам (ИД-4пк-1)	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь осуществлять оценку затрат на внедрение проекта энергосберегающих мероприятий (ИД-5пк-1)	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть подходами оценки потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности здания (ИД-6пк-1)	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками представления и защиты проекта	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	энергосберегающих мероприятий (ИД-7пк-1)			
ПК-7	Знать нормативно-технические документы в области потребления энергетических ресурсов (ИД-1пк-7)	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь осуществлять контроль исполнения технологического режима эксплуатации здания (ИД-3пк-7)	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать 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

1. Металлопластиковые воздуховоды изготавливают из:

- а) листовых панелей (гофрированный алюминий + пластик);
- б) стальных спирально-навивных лент;
- в) алюминиевой фольги;
- г) из ткани с пропиткой ПВХ.

2. Основной целью аэродинамического расчета каналов естественной системы вентиляции является:

- а) определение диаметров воздуховодов (каналов) на участках;
- б) определение скорости воздуха на участках;
- в) определение потерь давления на участках;
- г) определение расхода воздуха на участках.

3. Расчётная поверхность отопительного прибора определяется по формуле:

$$а) A_p = \frac{Q_{np.}}{q_{np.}} ;$$

$$б) A_p = \frac{Q_{np.}}{q_{np.}} \cdot \beta_1 ;$$

$$в) A_p = \frac{Q_{np.}}{q_{ном.}} ;$$

$$г) A_p = \frac{Q_{np.}}{q_{ном.}} \cdot \frac{\beta_1}{\beta_2} .$$

4. Средняя температура воды в отопительном приборе систем отопления

определяется по формуле:

$$а) t_{cp.} = \frac{t_{ex.} - t_{вых.}}{2};$$

$$б) t_{cp.} = \frac{t_{ex.} + t_{вых.}}{2};$$

$$в) t_{cp.} = t_{ex.} - t_{вых.};$$

$$г) t_{cp.} = t_{ex.} + t_{вых.}.$$

5. Кондиционирование воздуха – это совокупность процессов изменения состояния воздуха, направленная на содержание и автоматическое поддержание требуемых параметров воздушной среды в помещениях различного назначения. Отличительной особенностью кондиционирования воздуха от вентиляции является:

- а) изменение состояния воздуха;
- б) создание требуемых параметров;
- в) создание автоматического поддержание параметров воздушной среды;
- г) создание нормативных параметров.

6. Не устраивают вентиляционные каналы в наружных стенах из-за:

- а) повышенных тепловых потерь;
- б) прочности конструкции стены;
- в) во избежание конденсации водяных паров на стенках каналов;
- г) трудности ремонта и эксплуатации.

7. Прибор для нагрева воздуха в механической системе вентиляции называется:

- а) конвектор;
- б) калорифер;
- в) радиатор;
- г) электроконвектор.

8. Для тепловлажностной обработки воздуха в системах кондиционирования воздуха применяются адиабатные и политропные процесс изменения состояния воздуха в оросительных камерах. Адиабатные процессы применяются:

- а) для уменьшения температуры и влагосодержания воздуха;
- б) для уменьшения температуры и увеличения влажности воздуха;
- в) для увеличения температуры и увеличения влагосодержания воздуха;
- г) для уменьшения температуры.

9. Границами между расчётными участками при аэродинамическом расчёте систем вентиляции являются:

- а) фланцы на воздуховодах;
- б) тройники;
- в) запорно-регулирующие устройства;
- г) пневмометрические лючки.

10. При расчёте поверхности отопительного прибора используются температурный напор, который определяется по формуле:

а)  $\Delta t_{cp.np.} = \frac{t_{ex.} - t_{вых.}}{2} - t_{в.}$  ;

б)  $\Delta t_{cp.np.} = \frac{t_{ex.} - t_{вых.}}{2} + t_{в.}$  ;

в)  $\Delta t_{cp.np.} = \frac{t_{ex.} + t_{вых.}}{2} + t_{в.}$  ;

г)  $\Delta t_{cp.np.} = \frac{t_{ex.} + t_{вых.}}{2} - t_{в.}$  .

11. Политропные процессы не применяются:

- а) для увеличения температуры и уменьшения влажности воздуха;
- б) для уменьшения температуры и увеличения влажности воздуха;
- в) для уменьшения температуры и влагосодержания воздуха;
- г) для уменьшения температуры и увеличения влагосодержания воздуха.

12. Общие потери давления в системе вентиляции определяются как сумма:

- а) потерь по магистрали;
- б) потерь по магистрали и ответвлениям;
- в) по магистрали вентиляционного оборудования;
- г) на всасывании или нагнетании, там, где установлено

вентоборудование.

13. С какой целью в детских и медицинских учреждениях применяют в системах вентиляции секции бактерицидной обработки воздуха?:

- а) разрушить белки клетки микроорганизма;
- б) для уничтожения вирусов;
- в) для дезактивации бактерий вирусов;
- г) для продления жизни полезных бактерий для организма.

14. Дефлекторы предназначены для:

а) предотвращение попадания атмосферных осадков в вентиляционные шахты;

б) регулирование количества воздуха в шахтах;

в) усиление тяги в вертикальных шахтах;

г) для дымоудаления из помещений.

15. Системы кондиционирования воздуха (СКВ) по назначению подразделяются на комфортные, комфортно-технологические и технологические. К какому классу относятся СКВ жилого здания:

а) комфортные;

б) комфортно-технологические;

в) технологические.

16. При каких условиях возможно применение адиабатного процесса для изменения состояния воздуха?:

а)  $t_{\text{кон}} < t_{\text{нач}}$ ;  $\varphi_{\text{кон}} = \varphi_{\text{нач}}$ ;

б)  $t_{\text{кон}} > t_{\text{нач}}$ ;  $I_{\text{кон}} = I_{\text{нач}}$ ;

в)  $t_{\text{кон}} < t_{\text{нач}}$ ;  $d_{\text{кон}} > d_{\text{нач}}$ ;

г)  $t_{\text{кон}} < t_{\text{нач}}$ ;  $d_{\text{кон}} = d_{\text{нач}}$ .

17. Фильтры первого класса устанавливают в качестве:

а) финишная ступень очистки;

б) для защиты теплообменников;

в) второй ступени очистки;

г) если пыль в воздухе превышает предельно-допустимую концентрацию.

18. В какой форме затрачивается внешняя энергия на адиабатный процесс увлажнения воздуха, если  $J_{\text{нач}} < J_{\text{кон}}$ :

- а) энергия не затрачивается;
- б) энергия затрачивается в форме теплоты;
- в) энергия затрачивается в форме холода;
- г) энергия затрачивается в форме холода и теплоты.

19. В какой форме затрачивается внешняя энергия при политропном охлаждении воздуха:

- а) в форме холода;
- б) в форме холода и теплоты;
- в) в форме теплоты.

20. Индивидуальный тепловой пункт системы отопления служит для:

- а) присоединения системы отопления к тепловым системам;
- б) для снижения температуры сетевой воды;
- в) для приготовления воды подаваемой в систему отопления с заданными параметрами;
- г) для учёта расхода теплоты на отопление здания.

21. Для изменения состояния приточного воздуха в СКВ применяются поверхностные воздухонагреватели, воздухоохладители и камеры орошения. Какие массообменные аппараты можно использовать для охлаждения и увлажнения воздуха:

- а) воздухоохладитель;
- б) камера орошения и воздухоохладитель;
- в) камера орошения
- г) воздухоохладитель и воздухонагреватель.

22. Расход воды в  $кг/ч$ , циркулирующей в системе отопления, имеющей тепловую мощность  $Q_{c.o.}$  в  $Вт$  определяется по формуле:

- а)  $G_{c.o.} = \frac{3.6 \cdot Q_{c.o.}}{c \cdot (t_2 - t_o)}$ ;
- б)  $G_{c.o.} = \frac{3.6 \cdot Q_{c.o.}}{c \cdot (t_2 - t_o)} \cdot \beta_1$ ;
- в)  $G_{c.o.} = \frac{3.6 \cdot Q_{c.o.}}{c \cdot (t_2 + t_o)} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2$ ;

$$\text{г) } G_{c.o.} = \frac{3.6 \cdot Q_{c.o.}}{c \cdot (t_z - t_o)} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2.$$

23. Какие теплообменные аппараты можно использовать для уменьшения относительной влажности воздуха?:

- а) камера орошения;
- б) воздухонагреватель;
- в) воздухоохладитель.

24. Для каких целей устраивается система отопления здания любого назначения:

а) для поддержания заданной (расчётной) температуры воздуха в помещении;

б) для поддержания заданной (расчётной) температуры воздуха в рабочей или обслуживаемой зоне;

в) для поддержания заданной температуры относительной влажности воздуха.

г) для поддержания заданной температуры воздуха в помещении, температуры на внутренней поверхности наружного ограждения и температуры поверхности отопительных приборов и трубопроводов систем отопления.

25. При прохождении воздуха через оросительную камеру его относительная влажность:

- а) понижается;
- б) повышается;
- в) неизменна;
- г) может и повышаться и понижаться.

26. Какова наиболее рациональная форма сечения воздуховодов?:

- а) квадратная;
- б) круглая;
- в) прямоугольная;
- г) овальная.

27. В какой форме затрачивается внешняя энергия для политропного охлаждения и осушки воздуха, если начальное состояние воздуха  $J_{\text{нач}}=68$  кДж/(кг с.в.)  $d_{\text{нач}}=16$  г/м с.в. Конечное состояние воздуха  $t_{\text{кон}}=20$  °С,  $J_{\text{кон}}=46$

кДж/(кг с.в.):

- а) в форме теплоты;
- б) в форме холода;
- в) в форме холода и теплоты;
- г) не затрачивается.

28. Скорость воздуха на магистральных воздуховодах круглого сечения должна быть не выше:

- а) 6 м/с;
- б) 8 м/с;
- в) 2 м/с;
- г) 15 м/с.

29. Естественный воздухообмен в здании рассчитывают исходя из:

- а) теплоизбытков;
- б) влагоизбытков;
- в) количества выделяющейся пыли;
- г) концентрации газовых вредных веществ.

30. Скорость воздуха на магистральных воздуховодах прямоугольного сечения должна быть не выше:

- а) 8 м/с;
- б) 6 м/с;
- в) 2 м/с;
- г) 15 м/с.

31. При прохождении воздуха через поверхностный воздухонагреватель его влагосодержание:

- а) понижается;
- б) повышается;
- в) неизменна;
- г) может и повышаться и понижаться.

32. Какие теплообменные аппараты можно использовать для охлаждения и осушки воздуха:

- а) камера орошения;
- б) камера орошения и воздухоохладитель;
- в) воздухоохладитель и воздухонагреватель.

33. Потери давления на трение в системах водяного отопления

определяют по формуле:

$$\text{а) } \Delta P_{mp.} = \frac{\lambda}{d_{\text{в.}}} \cdot e \cdot \frac{V^2 \cdot \rho}{2};$$

$$\text{б) } \Delta P_{mp.} = \frac{\lambda}{d_{\text{н.}}} \cdot e \cdot \frac{V^2}{2};$$

$$\text{в) } \Delta P_{mp.} = \frac{1}{d_{\text{в.}}} \cdot e \cdot \frac{V^2 \cdot \rho}{2};$$

$$\text{г) } \Delta P_{mp.} = \frac{\lambda}{d_{\text{в.}}} \cdot e \cdot \frac{\rho}{2}.$$

34. При прохождении воздуха через воздушный фильтр его относительная влажность:

- а) понижается;
- б) повышается;
- в) неизменна;
- г) может и повышаться и понижаться.

35. Гидравлический расчёт систем отопления проводят:

- а) для определения потерь давления;
- б) для определения диаметров трубопроводов систем отопления;
- в) для определения диаметров трубопроводов кольца основного циркуляционного кольца и потерь давления в указанном кольце при прохождении расчетного расхода теплоносителя при расчётном давлении;
- г) для определения потерь давления и диаметров трубопроводов основного циркуляционного кольца.

36. По какой формуле можно определить угловой коэффициент изменения состояния воздуха в аппаратах СКВ:

$$\text{а) } \varepsilon = \frac{Q_{\text{изб}}}{W_{\text{изб}}};$$

$$\text{б) } \varepsilon = \frac{Q_{\text{изб}} \cdot 3600}{W_{\text{изб}}};$$

$$\text{в) } \varepsilon = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{изб}}}{W_{\text{изб}}};$$

$$\text{г) } \varepsilon = \frac{J_{\text{кон}} - J_{\text{нач}}}{d_{\text{кон}} - d_{\text{нач}}} \cdot 10^{-3}.$$

37. В какой ограждающей конструкции жилого дома следует разместить греющие элементы для создания теплового комфорта для людей:

- а) в потолке;
- б) под окном;
- в) в полу;
- г) в наружной стене здания.

38. Какую размерность величина теплопроизводительности аппаратов системы кондиционирования воздуха в системе СИ:

- а) кДж;
- б) кДж/ч;
- в) кВт;
- г) кВт<sup>х</sup>ч.

39. В системе кондиционирования воздуха для охлаждения воздуха используется холод. Холод – это:

- а) тепловой поток, отводимый от охлаждаемого тела в окружающую среду;
- б) теплоноситель с температурой ниже 7 °С;
- в) теплоноситель с температурой ниже температуры окружающей среды;
- г) тепловой поток, отводимый от тела с температурой ниже температуры окружающей среды.

40. Санитарная норма по количеству приточного воздуха для одного человека на рабочем месте (8 часов) в административном здании равна:

- а) 40 м<sup>3</sup>/ч;
- б) 25 м<sup>3</sup>/ч;
- в) 10 м<sup>3</sup>/ч;
- г) 60 м<sup>3</sup>/ч.

41. Аэрация промышленных зданий происходит за счёт:

- а) проветривания;

- б) общеобменной механической вентиляции;
- в) действию ветра и гравитационного давления;
- г) работы воздушно-тепловой завесы и местной вытяжной вентиляции.

42. В холодильных машинах СКВ применяются холодильные машины. Какие хладагенты разрешается использовать в холодильных машинах комфортных СКВ:

- а) альтернативные, озонобезопасные;
- б) R12, NH<sub>3</sub>;
- в) NH<sub>3</sub>, R22;
- г) любые хладагенты.

43. Для каких целей используется расширительный бак в системах отопления:

- а) для удаления воздуха из системы отопления;
- б) для вмещения прироста объема воды, образующегося при её нагревании;
- в) для создания в системе отопления постоянного давления;
- г) для вмещения прироста объёма воды в системе, образующегося при её нагревании, для восполнения убыли объёма воды в системе при небольшой утечке и для удаления воздуха (в некоторых системах).

44. В холодильных машинах СКВ применяются холодильные машины. Какие хладагенты разрешается использовать в холодильных машинах технологических СКВ:

- а) R12, R22;
- б) R12, NH<sub>3</sub>;
- в) NH<sub>3</sub>, R22;
- г) любые хладагенты.

45. Приток воздуха при естественной вентиляции в жилом здании производится через:

- а) открытые окна;
- б) открытые двери;
- в) щели окон;

г) щели дверей.

46. Какие теплообменные аппараты нельзя использовать для увеличения относительной влажности воздуха:

- а) камера орошения;
- б) воздухоохладитель;
- в) воздухонагреватель.

47. От каких факторов зависит полезный объём расширительного бака, применяемого в системе отопления:

- а) от объёма воды в системе отопления;
- б) от разности температур подающей и обратной воды в системе отопления;
- в) от места установки расширительного бака;
- г) от объёма воды в системе при начальной температуре, изменения температуры воды от начальной до средней расчётной и коэффициента объёмного расширения воды.

48. Удаление воздуха из жилой квартиры производится через:

- а) кухню и санузел;
- б) комнаты;
- в) коридор;
- г) комнаты и коридор.

49. Какую размерность величина затраты тепловой энергии в СКВ:

- а) кДж;
- б) кДж/ч;
- в) кВт;
- г) кВт·ч

50. В системах водяного отопления, присоединенных к тепловым сетям по зависимой схеме, используют смесительную установку:

- а) для уменьшения воды, циркулирующей в системе отопления;
- б) для понижения температуры воды, поступающей из наружного подающего трубопровода тепловой сети, до температуры, допустимой в системе отопления;

в) для уменьшения потерь давления;

г) для уменьшения расхода теплоты.

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач** **Определение требуемого для систем кондиционирования воздуха количества наружного воздуха и выбор схем организации воздухообмена**

Расчетные параметры наружного воздуха. Расчетные параметры внутреннего воздуха. Расчет воздухообмена помещения: тепловлажностное соотношение; определение расходов приточного и вытяжного воздуха; необходимый воздухообмен по избытку явной теплоты; необходимый воздухообмен по избыткам полной теплоты и влаги; необходимый воздухообмен при борьбе с вредными газами и парами; кратность воздухообмена.

#### **Конструирование систем отопления**

Основные принципы гидравлического расчета систем водяного отопления. Пьезометрический график тепловых сетей. Схемы узла управления при присоединении систем отопления к тепловым сетям по зависимой схеме.

#### **Горячее водоснабжение**

Основные элементы и устройства централизации горячего водоснабжения. Местные системы горячего водоснабжения. Конструирование системы горячего водоснабжения жилого дома.

#### **Конструирование вентиляционных систем**

Вентиляция жилых зданий: вентиляция с естественным побуждением, вентиляция с механическим побуждением. Приёмные устройства наружного воздуха в системах вентиляции. Выбросы загрязняющего вентиляционного воздуха в атмосферу. Воздушный режим здания

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач** **Методические подход к проектированию системы вентиляции**

Основы расчета воздухообмена в зданиях и сооружениях. Основные принципы организации воздухообмена. Основные положения по проектированию и строительству воздухопроводов, каналов и дымовых труб с учетом пределов их огнестойкости. Проектирование воздухопроводов. Принципы аэродинамического расчета вентиляционных систем.

**Особенности проектирования системы кондиционирования воздуха зданий с многокомнатной планировкой.**

**Теплоэнергетическая эффективность систем кондиционирования воздуха.**

Энергосбережение посредством рециркуляции внутреннего воздуха. Энергосбережение в приточной системе посредством утилизации холода и теплоты удаляемого воздуха. Энергосбережение в полной системе кондиционирования воздуха. Коэффициент полезного действия с первой

центральной рециркуляцией и с воздухонагревателями первого и второго подогрева. Коэффициент полезного действия полной прямоточной системы кондиционирования. Коэффициент полезного действия системы с местной рециркуляцией и местными догревателями и доохладителями. Коэффициент полезного действия системы со второй рециркуляцией в расчетный теплый период года. Обобщенные выражения энтальпийного КПД системы с любой последовательностью процессов обработки воздуха. Эффективность применения обводного канала у воздухоохладителя и форсуночной камеры. Эффективность воздухонагревателя, установленного в обводном канале. Тепловая эффективность системы кондиционирования воздуха с первой рециркуляцией внутреннего воздуха и с утилизационными устройствами. Эксергетический КПД системы.

#### **Моделирование режимов регулирования работы холодильной техники системы климатизации зданий**

Способы регулирования производительности компрессора холодильной машины. Способы регулирования работы холодильной машины.

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

1. Назовите источники теплоснабжения зданий различного назначения.
2. В чем заключается методика определения тепловой мощности котельной?
3. Расскажите о способах прокладки тепловых сетей.
4. Представьте уравнение для определения расстояния между неподвижными опорами при применении сальников компенсаторов.
5. Представьте классификацию водяных тепловых сетей в зависимости от способа подачи теплоты к местным системам горячего водоснабжения.
6. Проанализируйте допустимые способы прокладки тепловых сетей на территории промышленных предприятий.
7. Назовите рекомендуемые нормативными документами параметры теплоносителя для отопления жилых и школьных зданий, больниц, лечебных учреждений.
8. Объясните порядок построения графика давления в тепловой сети.
9. Поясните сущность автоматизированного управления системами отопления при их присоединении к тепловым сетям по зависимой и независимой схеме.
10. Приведите схему двухтрубной системы водяного отопления.
11. Опишите методику гидравлического расчета систем водяного отопления.
12. Объясните назначение и принцип действия повысительных установок в системе горячего водоснабжения.
13. Назовите основные элементы приточной и вытяжной системы вентиляции.
14. Расскажите об организации воздухообмена в помещениях жилых зданий.
15. Объясните сущность квартирной механической приточной

вентиляции?

16. Чему равна скорость движения воздуха в живом сечении решётки, воздухозаборных шахт и каналов при механической вентиляции зданий различного назначения?

17. На какой высоте следует размещать выбросы вредных веществ из систем местных отсосов системы вентиляции?

18. Приведите уравнение теплового баланса в помещении.

19. Объясните назначение и принцип работы центральных систем кондиционирования воздуха с качественными и количественным регулированием.

20. Расскажите об устройстве и принципе действия спиральных компрессоров.

21. Сделайте сравнительную оценку количества теплоты, выделяемой конденсатором и холодильной машиной.

22. Приведите схему однозональной системы кондиционирования воздуха.

23. Объясните принцип работы системы кондиционирования воздуха с увлажнением воздуха паром.

24. При какой температуре могут работать фильтры систем кондиционирования воздуха?

25. Расскажите о принципе работы системы чиллеров – фанкойлов.

26. Приведите классификацию кондиционеров сплит-систем.

27. Назовите характеристики и особенности *VRF* и *VRV* систем кондиционирования воздуха.

28. Приведите методику определения удельной пожарной нагрузки на участке помещений различных категорий.

29. Расскажите о воздуховодах, используемых для систем аспирации и пневмотранспорта.

30. Опишите способы прокладки транзитных воздуховодов в здании.

31. Классифицируйте воздуховоды по скорости потока воздуха и рабочему давлению.

32. Приведите методику аэродинамического расчета вентиляционных систем.

33. Проанализируйте назначение и конструктивные особенности противопожарных клапанов.

34. Классифицируйте помещения, для которых необходимо предусматривать устройство системы вытяжной противодымной вентиляции для удаления продуктов горения при пожаре.

35. Изложите основные требования к воздуховодам и каналам систем вытяжной противодымной вентиляции.

36. Опишите способы подачи наружного воздуха при пожаре приточной противодымной вентиляцией.

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом

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

Зачет проводится при помощи компьютерной системы тестирования, путем выбора случайным образом 20 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 5 баллами. Максимальное количество набранных баллов – 100.

1. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 80 баллов.

2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 81 до 100 баллов.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Теоретические основы обеспечения микроклимат помещений	ПК-1, ПК-7	Тест, курсовой проект, зачет
2	Системы внутреннего и наружного теплоснабжения зданий и сооружений	ПК-1, ПК-7	Тест, курсовой проект, зачет
3	Система вентиляции	ПК-1, ПК-7	Тест, курсовой проект, зачет
4	Система кондиционирования воздуха и холодоснабжения зданий	ПК-1, ПК-7	Тест, курсовой проект, зачет

### **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.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

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

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

1. Инженерные системы зданий и сооружений: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования/ И.И. Полосин, Б.П. Новосельцев, В.Ю. Хузин, М.Н. Жерлыкина. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 298 с.
2. Системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений: учеб. пособие /М.Н. Жерлыкина, С.А. Яременко. – Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2013. – 158 с.
3. Теплогазоснабжение многоквартирного жилого дома: учеб.-метод. пособие / Д.М. Чудинов [и др.]; Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2014. – 89 с.
4. Новосельцев Б.П. Отопление зданий жилищно-гражданского назначения/ учебное пособие. – Воронеж: Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2012. – 104 с.
5. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция / учебник для вузов. – Москва: Бастет, 2007. – 480 с.
6. Бабкин В.Ф. Инженерные сети / учебное пособие. Воронеж: Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2012. – 95 с.
7. Табунщиков, Ю.А. Энергоэффективные здания / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин. – Москва: АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.
8. Теплогазоснабжение многоквартирного жилого дома: учеб.-метод. пособие / Д.М. Чудинов [и др.]; Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2014. – 89 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/30849>
9. Бабкин В.Ф. Инженерные сети / учебное пособие. Воронеж: Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2012. – 95 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/22658>

**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. Программное и коммуникационное обеспечение *MS Office Project Professional, Oracle Primavera*.
2. Программные продукты *MS Office Word, MS Office Excel, MS Visio, AutoCAD*.
3. Информационные справочные системы «Norma-CS», «Гарант», «СтройТехнолог», «СтройКонсультант».

1. <http://vorstu.ru/> – учебный портал ВГТУ;
2. [elibrary.ru](http://elibrary.ru/);
3. [www.twirpx.com](http://www.twirpx.com) – все для студента
4. <http://vipbook.info> - электронная библиотека
5. [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru) – электронная библиотека
6. [www.alt-invest.ru](http://www.alt-invest.ru) – сайт компании «Альт-Инвест», разработчика программного обеспечения финансового анализа, планирования и оценки инвестиционных проектов. Демо-версии программ «Альт-Инвест», «Альт-финанс», «Альт-Прогноз»;
7. [www.expert-systems.com](http://www.expert-systems.com) – сайт компании «Эксперт Системс», разработчика аналитических программных продуктов в области бизнеса, в том числе программного продукта *Project Expert*. Демо-версии программ *Project Expert* или *Audit Expert*;
8. [www.gosstroy.gov.ru](http://www.gosstroy.gov.ru) – сайт Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Росстрой). База нормативных документов, Интернет-приёмная.

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

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются лабораторная база кафедры «Жилищно-коммунального хозяйства»:

ауд. 2147: Научно-лабораторный комплекс «Отопление». Учебно-экспериментальный стенд «Системы напольного отопления». Экспериментальная установка определения запыленности. Труба аэродинамическая. Установка гидравлическая. Система воздухораспределения. Кондиционер. Переносной газоанализатор ДАГ. Проектор. Шумовиброметр. Тепловизионная камера НЕС. Термометр контактный ТК 5.06 с зондами. Течетрассоискатель АТГ-3 «Успех». Дальномер. Пирометр Testo. Пирометр оптический микропроцессорный С-фаворит С-300. Нивелир Н-3. Газоанализатор дымовых газов КМ-800. Измеритель влажности КМ 8004. Измеритель электрического и магнитного поля. Измеритель электростатического поля. Люксметр. Мегомметр ЭС 6203 12-Г. Комбинированный прибор контроля параметров воздушной среды МЭС-2. Комплект демонстрационных плакатов.

ауд. 2124: Приточная вентиляционная система с камерой Klimatex Q2. Кондиционер КТН2. Переносной газоанализатор ДАГ. Проектор. Шумовиброметр. Тепловизионная камера НЕС. Газоанализатор дымовых газов КМ-800. Измеритель влажности КМ 8004. Измеритель электрического и магнитного поля. Измеритель электростатического поля. Люксметр. Мегомметр ЭС 6203 12-Г. Комбинированный прибор контроля параметров воздушной среды МЭС-2. Микроанометр. Комплект демонстрационных плакатов.

ауд. 1319: Комплект учебно-лабораторного оборудования «Устройство работы и учет системы отопления здания». Переносной газоанализатор ДАГ.

Проектор. Шумовиброметр. Тепловизионная камера NEC. Термометр контактный ТК 5.06 с зондами. Течетрассоискатель АТГ-3 «Успех». Дальномер. Пирометр Testo. Пирометр оптический микропроцессорный С-фаворит С-300. Нивелир Н-3. Газоанализатор дымовых газов КМ-800. Измеритель влажности КМ 8004. Измеритель электрического и магнитного поля. Измеритель электростатического поля. Люксметр. Мегомметр ЭС 6203 12-Г. Комбинированный прибор контроля параметров воздушной среды МЭС-2. Микроманометр. Комплект демонстрационных плакатов.

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

По дисциплине «Проектирование инженерных систем энергоэффективных зданий» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовой проект.

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 инженерных систем при их проектировании. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

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: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов;

	<ul style="list-style-type: none"><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.