

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета инженерных систем и сооружений Драпалюк Н.А.  
«29» июня 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Системы солнечного теплоснабжения»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Программа Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий

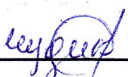
Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 4 м.


Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2018


Автор программы

  
/Чудинов Д.М./

Заведующий кафедрой  
Теплогазоснабжения и  
нефтегазового дела

  
/Мелькумов В.Н./

Руководитель ОПОП

  
/Мелькумов В.Н./

Воронеж 2018

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является научить студентов проектировать современные системы солнечного теплоснабжения, в том числе как аварийные, дублирующие или комбинированные системы, отвечающие требованиям надежности, эстетики, экологической безопасности, энергосбережения, выполняющим все требуемые функции.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

Приобретение основных знаний в области разработки оборудования и технологий использования солнечной энергии.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Системы солнечного теплоснабжения» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Системы солнечного теплоснабжения» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способен выполнять специальные расчеты по тепловым сетям

ПК-5 - Способен выполнять специальные расчеты для проектирования котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей

ПК-8 - Способен вести организационную деятельность по проведению энергетического обследования объектов капитального строительства

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	знать виды нетрадиционных возобновляемых источников энергии; специфику использования солнечной энергии в системах теплоснабжения, преимущества и недостатки; основные критерии оценки технико-экономической эффективности солнечных систем теплоснабжения;
	уметь выполнять расчётное обоснование технических решений элементов системы теплоснабжения; выполнять прочностной расчёт трубопроводов при проектировании системы теплоснабжения; делать оценка основных технико-экономических показателей тепловой сети;
	владеть методом расчета технических (коэффициента замещения) и экономических (срок окупаемости) показателей системы солнечного теплоснабжения;
ПК-5	знать основное оборудование установок солнечного теплоснабжения и конструкции солнечных коллекторов; схемные решения систем

	<p>солнечного теплоснабжения; расчет солнечной радиации, падающей на коллектор, расчет коллектора, теплообменника, бака-аккумулятора; принципы проектирования систем солнечного теплоснабжения;</p> <p>уметь проектировать системы солнечного теплоснабжения, отвечающие современным требованиям; подготавливать и оформлять графическую и текстовую часть проектной и рабочей документации системы теплоснабжения;</p> <p>владеть методами проектирования и выбора оптимальных систем теплоснабжения с учетом новейших достижений науки и техники в этой области.</p>
ПК-8	<p>знать принципы снижения энергозатрат при теплоснабжении с помощью архитектурно - строительных и конструктивных приемов, инженерных и технических решений; нормативно-методические документы, регламентирующие проведение обследования систем теплоснабжения;</p> <p>уметь делать выбор и систематизацию информации о системах теплоснабжения, в том числе проведение документального исследования; выполнять обследование систем теплоснабжения и обработку результатов; составлять отчет по результатам обследования систем теплоснабжения; составлять графики потребности в трудовых, материально-технических ресурсах при выполнении энергетического обследования систем теплоснабжения;</p> <p>владеть навыком организации проведения энергетического обследования систем теплоснабжения.</p>

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Системы солнечного теплоснабжения» 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>	54	54
В том числе:		

Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	90	90
<b>Курсовой проект</b>	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

#### **заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	16	16
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	8	8
<b>Самостоятельная работа</b>	124	124
<b>Курсовой проект</b>	+	+
Часы на контроль	4	4
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	Общие принципы снижения энергозатрат при теплоснабжении	Цель проектирования и строительства энергоэффективных зданий. Общие принципы и архитектурно-строительные приёмы разработки энергоэффективных зданий. Сокращение собственных энергозатрат.	2	4	10	16
2	Специфика использования солнечной энергии в системах теплоснабжения	Преимущества и недостатки солнечной энергии. Перспективность сооружения энергетических установок на базе НВИЭ на той или иной территории. Значимость факторов определяющих рентабельность солнечных систем теплоснабжения.	2	4	10	16
3	Основное оборудование установок солнечного теплоснабжения	Солнечный коллектор, бак-аккумулятор, контроллер, трубопроводы, контрольно-измерительные приборы, циркуляционный насос.	2	4	10	16
4	Конструкции солнечных коллекторов	Плоские солнечные коллекторы. Вакуумные солнечные коллекторы.	2	4	10	16
5	Пассивные системы солнечного отопления	Открытые пассивные солнечные системы теплоснабжения. Закрытые пассивные солнечные системы теплоснабжения. Конструкции, основные принципы расчета.	2	4	10	16
6	Схемные решения систем	Круглогодичные системы солнечного	2	4	10	16

	солнечного теплоснабжения	теплоснабжения. Сезонные системы солнечного теплоснабжения.				
7	Определение расхода теплоты на теплоснабжение здания с учетом использования солнечной энергии	Определение поступления солнечной энергии через оконные проемы и стены вертикальные и горизонтальные.	2	4	10	16
8	Проектирование систем солнечного теплоснабжения	Определение площади солнечных коллекторов. Определение количества солнечных коллекторов. Определение объема бака-аккумулятора. Подбор циркуляционного насоса. Подбор контрольно-измерительных приборов.	2	4	10	16
9	Основные критерии оценки технико-экономической эффективности солнечных систем теплоснабжения	Определение доли тепловой нагрузки обеспечиваемой за счет солнечной энергии. Определение экономических критериев (дисконтированных затрат, срока окупаемости).	2	4	10	16
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>90</b>	<b>144</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Общие принципы снижения энергозатрат при теплоснабжении	Цель проектирования и строительства энергоэффективных зданий. Общие принципы и архитектурно-строительные приёмы разработки энергоэффективных зданий. Сокращение собственных энергозатрат.	2	-	12	14
2	Специфика использования солнечной энергии в системах теплоснабжения	Преимущества и недостатки солнечной энергии. Перспективность сооружения энергетических установок на базе НВИЭ на той или иной территории. Значимость факторов определяющих рентабельность солнечных систем теплоснабжения.	2	-	14	16
3	Основное оборудование установок солнечного теплоснабжения	Солнечный коллектор, бак-аккумулятор, контроллер, трубопроводы, контрольно-измерительные приборы, циркуляционный насос.	2	-	14	16
4	Конструкции солнечных коллекторов	Плоские солнечные коллекторы. Вакуумные солнечные коллекторы.	2	-	14	16
5	Пассивные системы солнечного отопления	Открытые пассивные солнечные системы теплоснабжения. Закрытые пассивные солнечные системы теплоснабжения. Конструкции, основные принципы расчета.	-	-	14	14
6	Схемные решения систем солнечного теплоснабжения	Круглогодичные системы солнечного теплоснабжения. Сезонные системы солнечного теплоснабжения.	-	2	14	16
7	Определение расхода теплоты на теплоснабжение здания с учетом использования солнечной энергии	Определение поступления солнечной энергии через оконные проемы и стены вертикальные и горизонтальные.	-	2	14	16
8	Проектирование систем солнечного теплоснабжения	Определение площади солнечных коллекторов. Определение количества солнечных коллекторов. Определение объема бака-аккумулятора. Подбор циркуляционного насоса. Подбор контрольно-измерительных приборов.	-	2	14	16
9	Основные критерии оценки технико-экономической эффективности солнечных систем теплоснабжения	Определение доли тепловой нагрузки обеспечиваемой за счет солнечной энергии. Определение экономических критериев (дисконтированных затрат, срока окупаемости).	-	2	14	16
<b>Итого</b>			<b>8</b>	<b>8</b>	<b>124</b>	<b>140</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, в 4 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Расчет системы солнечного теплоснабжения».

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- определение средних, месячных и годовых тепловых нагрузок на систему теплоснабжения;
- определение конструктивных параметров системы солнечного теплоснабжения;
- определение коэффициента замещения;
- определение экономической эффективности системы солнечного теплоснабжения.

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-4	знать виды нетрадиционных возобновляемых источников энергии; специфику использования солнечной энергии в системах теплоснабжения, преимущества и недостатки; основные критерии оценки технико-экономической эффективности солнечных систем теплоснабжения;	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических работ, выполнение разделов курсового проекта, тестирование с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь выполнять расчётное обоснование технических решений элементов системы теплоснабжения;	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических работ, выполнение разделов курсового проекта,	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	выполнять прочностной расчёт трубопроводов при проектировании системы теплоснабжения; делать оценка основных технико-экономических показателей тепловой сети;	тестирование с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».		
	владеть методом расчета технических (коэффициента замещения) и экономических (срок окупаемости) показателей системы солнечного теплоснабжения;	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических работ, выполнение разделов курсового проекта, тестирование с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	знать основное оборудование установок солнечного теплоснабжения и конструкции солнечных коллекторов; схемные решения систем солнечного теплоснабжения; расчет солнечной радиации, падающей на коллектор, расчет коллектора, теплообменника, бака-аккумулятора; принципы проектирования систем солнечного теплоснабжения;	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических работ, выполнение разделов курсового проекта, тестирование с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проектировать системы солнечного теплоснабжения, отвечающие современным требованиям; подготавливать и оформлять графическую и текстовую часть проектной и рабочей документации системы теплоснабжения;	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических работ, выполнение разделов курсового проекта, тестирование с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами проектирования и выбора оптимальных систем теплоснабжения с учетом новейших достижений науки и техники в этой области.	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических работ, выполнение разделов курсового проекта, тестирование с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-8	знать принципы снижения энергозатрат при теплоснабжении с помощью архитектурно - строительных и	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических работ, выполнение разделов курсового проекта,	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	конструктивных приемов, инженерных и технических решений; нормативно-методические документы, регламентирующие проведение обследования систем теплоснабжения;	тестирование с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».		
	уметь делать выбор и систематизацию информации о системах теплоснабжения, в том числе проведение документального исследования; выполнять обследование систем теплоснабжения и обработку результатов; составлять отчет по результатам обследования систем теплоснабжения; составлять графики потребности в трудовых, материально-технических ресурсах при выполнении энергетического обследования систем теплоснабжения;	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических работ, выполнение разделов курсового проекта, тестирование с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыком организации проведения энергетического обследования систем теплоснабжения.	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических работ, выполнение разделов курсового проекта, тестирование с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».	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, 4 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-4	знать виды нетрадиционных возобновляемых источников энергии; специфику использования солнечной энергии в системах теплоснабжения, преимущества и недостатки; основные критерии оценки технико-экономической эффективности	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены



	солнечных систем теплоснабжения;			
	уметь выполнять расчётное обоснование технических решений элементов системы теплоснабжения; выполнять прочностной расчёт трубопроводов при проектировании системы теплоснабжения; делать оценка основных технико-экономических показателей тепловой сети;	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методом расчета технических (коэффициента замещения) и экономических (срок окупаемости) показателей системы солнечного теплоснабжения;	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	знать основное оборудование установок солнечного теплоснабжения и конструкции солнечных коллекторов; схемные решения систем солнечного теплоснабжения; расчет солнечной радиации, падающей на коллектор, расчет коллектора, теплообменника, бака-аккумулятора; принципы проектирования систем солнечного теплоснабжения;	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	уметь проектировать системы солнечного теплоснабжения, отвечающие современным требованиям; подготавливать и оформлять графическую и текстовую часть проектной и рабочей документации системы теплоснабжения;	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами проектирования и выбора оптимальных систем теплоснабжения с учетом новейших достижений науки и техники в этой области.	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

		заданию, выполнены.		
ПК-8	знать принципы снижения энергозатрат при теплоснабжении с помощью архитектурно - строительных и конструктивных приемов, инженерных и технических решений; нормативно-методические документы, регламентирующие проведение обследования систем теплоснабжения;	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	уметь делать выбор и систематизацию информации о системах теплоснабжения, в том числе проведение документального исследования; выполнять обследование систем теплоснабжения и обработку результатов; составлять отчет по результатам обследования систем теплоснабжения; составлять графики потребности в трудовых, материально-технических ресурсах при выполнении энергетического обследования систем теплоснабжения;	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыком организации проведения энергетического обследования систем теплоснабжения.	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.	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**

1. Затенение и прохлада, создаваемые деревьями, могут летом понизить температуру вокруг дома на ...

- а) 3 – 5 °С;
- б) 10-15 °С;
- в) 15-20 °С;

г) 5-15 °С.

2. При соответствующем расположении деревьев возможно достижение снижения энергозатрат на охлаждение и отопление жилища ...

а) до 15 %;

б) до 5 %;

в) до 25 %;

г) до 45 %.

3. Технический потенциал ВИЭ - ...

а) средний годовой объем энергии, содержащийся в данном виде ВИЭ при полном ее превращении в полезно используемую энергию;

б) часть технического потенциала, преобразование которого в полезно используемую энергию экономически целесообразно при данном уровне цен на ископаемое топливо, тепловую и электрическую энергию, оборудование, материалы и транспортные услуги, оплату труда и др.;

в) часть валового потенциала, преобразование которого в полезно используемую энергию возможно при данном уровне развития технических средств, при соблюдении требований по охране окружающей среды;

г) энергия морских волн.

4. Нетрадиционные возобновляемые источник энергии имеют следующие преимущества...

а) повсеместность;

б) огромные суммарные запасы энергии;

в) экологическая чистота;

г) экологическая чистота; повсеместность; огромные суммарные запасы энергии.

5. Одной из наиболее весомых характеристик системы активного солнечного теплоснабжения является коэффициент замещения. Коэффициент замещения - ...

а) доля тепловой нагрузки, обеспечиваемой за счет солнечной энергии;

б) доля тепловой нагрузки, обеспечиваемой за счет нетрадиционных возобновляемых источников энергии;

в) доля тепловой нагрузки, обеспечиваемой за счет органического топлива;

г) поправочный коэффициент, применяемый при расчете солнечных энергоустановок.

6. Роль коллектора солнечной энергии и аккумулятора теплоты в пассивных солнечных системах выполняют ...

а) контрольно-измерительные приборы;

б) бак-аккумулятор;

в) ограждающие конструкции здания;

г) солнечный коллектор и бак-аккумулятор.

7. Различают солнечную энергию ...

а) прямую;

б) прямую и рассеянную;

в) суммарную;

г) прямую, рассеянную, суммарную.

8. Чистые дисконтированные доходы определяются по формуле: ...

а) 
$$\sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+r)^t};$$

б) 
$$\frac{\sum_{t=0}^T R_t (1+E)^t}{\sum_{t=0}^T Z_t (1+E)^t};$$

в) 
$$\sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t}{(1+E)^t};$$

г) 
$$t - \frac{ЧДД_t}{ЧДД_{(t+1)} - ЧДД_t}.$$

9. Срок окупаемости можно определить по формуле: ...

$$a) \sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+r)^t};$$

$$б) \frac{\sum_{t=0}^T R_t (1+E)^t}{\sum_{t=0}^T Z_t (1+E)^t};$$

$$в) \sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t}{(1+E)^t};$$

$$г) t - \frac{ЧДД_t}{ЧДД_{(t+1)} - ЧДД_t}.$$

10. Внутренняя норма доходности определяется по формуле:...

$$a) \sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+r)^t};$$

$$б) \frac{\sum_{t=0}^T R_t (1+E)^t}{\sum_{t=0}^T Z_t (1+E)^t};$$

$$в) \sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t}{(1+E)^t};$$

$$г) t - \frac{ЧДД_t}{ЧДД_{(t+1)} - ЧДД_t}.$$

**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**

1. Энергоэффективные здания. Пути снижения энергозатрат на стадии проектирования здания.
2. Энергоэффективные здания. Пути снижения энергозатрат на стадии конструктивной разработки здания.
3. Архитектурные решения снижения энергозатрат при теплоснабжении зданий. Расположение и форма здания.
4. Архитектурные решения снижения энергозатрат при теплоснабжении зданий. Ограждающие конструкции.
5. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии.
6. Валовой, технический и экономический потенциал возобновляемых

- источников энергии.
7. Предпосылки использования солнечной энергии при теплоснабжении зданий.
  8. Преимущества и недостатки солнечной энергии.
  9. Классификация систем солнечного теплоснабжения.
  10. Активная система солнечного теплоснабжения.
  11. Схема системы солнечного теплоснабжения.
  12. Конструкция плоского солнечного коллектора.
  13. Конструкции вакуумированного солнечного коллектора.
  14. Расчет площади солнечного коллектора. Оптимальная ориентация для систем солнечного теплоснабжения и горячего водоснабжения.
  15. Схема системы солнечного горячего водоснабжения.
  16. Конструкция бака-аккумулятора.
  17. Комбинированная система теплоснабжения.
  18. Пассивная система солнечного теплоснабжения.
  19. Схема здания с открытой пассивной системой солнечного теплоснабжения.
  20. Схема здания с закрытой пассивной системой солнечного теплоснабжения.
  21. Определение тепловой нагрузки здания с учетом солнечной радиации.
  22. Прямая, рассеянная, суммарная и отраженная солнечная радиация.
  23. Проектирование систем солнечного теплоснабжения.
  24. Расчет валового потенциала солнечной радиации с учетом облачности.
  25. Коэффициент замещения. Алгоритм расчета коэффициента замещения.
  26. Определение безразмерных комплексов  $Q_1$  и  $Q_2$ . Их физический смысл.
  27. Расчет прихода солнечной радиации на наклонную поверхность.
  28. Влияние ориентации солнечного коллектора на пропускательную и поглощательную способность.
  29. Основные положения методики выбора системы теплоснабжения.
  30. Критерии оценки технико-экономической эффективности систем солнечного теплоснабжения. Дисконтированные затраты. Срок окупаемости.

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

Не предусмотрено учебным планом

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

Зачет проводится по вопросам и заданиям проверяющего.

Зачтено ставится если:

1. Студент демонстрирует полное понимание вопросов и заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
2. Студент демонстрирует значительное понимание вопросов и заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
3. Студент демонстрирует частичное понимание вопросов и заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.

Не зачтено ставится если:

1. Студент демонстрирует небольшое понимание вопросов и заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.
2. Студент демонстрирует непонимание вопросов и заданий.
3. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание.

#### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общие принципы снижения энергозатрат при теплоснабжении	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Тестирование (Т) Курсовой проект (КП) Зачет
2	Специфика использования солнечной энергии в системах теплоснабжения	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Тестирование (Т) Курсовой проект (КП) Зачет
3	Основное оборудование установок солнечного теплоснабжения	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Тестирование (Т) Курсовой проект (КП) Зачет
4	Конструкции солнечных коллекторов	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Тестирование (Т) Курсовой проект (КП) Зачет
5	Пассивные системы солнечного отопления	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Тестирование (Т) Курсовой проект (КП) Зачет
6	Схемные решения систем солнечного теплоснабжения	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Тестирование (Т) Курсовой проект (КП) Зачет
7	Определение расхода теплоты на теплоснабжение здания с учетом использования солнечной энергии	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Тестирование (Т) Курсовой проект (КП) Зачет
8	Проектирование систем солнечного теплоснабжения	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Тестирование (Т) Курсовой проект (КП) Зачет
9	Основные критерии оценки технико-экономической эффективности солнечных систем теплоснабжения	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Тестирование (Т) Курсовой проект (КП) 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.

Зачет может проводиться по итогам текущего контроля успеваемости и тестирования и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

## 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

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

1. Чуенкова, И. Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / сост. И.Ю. Чуенкова. - Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. - 148 с.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/63104.html>

2. Ляшков, В. И. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / С.Н. Кузьмин; В.И. Ляшков. - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. - 95 с.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/63879.html>

3. Алхасов, А. Б. Возобновляемая энергетика / А.Б. Алхасов. - Москва: Физматлит, 2010. - 256 с.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82940>

4. Удалов, С. Н. Возобновляемая энергетика: Учебное пособие / С. Н. Удалов. - Возобновляемая энергетика; 2025-02-05. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016. - 607 с.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/91339.html>

5. Использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии при энергообеспечении зданий и сооружений: метод. указания к выполнению практических расчетов и курсовых работ / Воронежский ГАСУ: Д.М. Чудинов, Н.А. Петрикеева, Н.М. Попова, С.В. Чуйкин. – Воронеж, 2015. – 14 с. (CD 1 шт.)

**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:**

**Лицензионное программное обеспечение:** ABBYY FineReader 9.0; Microsoft Office Word 2013/2007; Microsoft Office Excel 2013/2007; Microsoft Office Power Point 2013/2007; Maple v18; AutoCAD; Adobe Acrobat Reader; PDF24 Creator; 7zip.

**Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:** <http://www.edu.ru>; Образовательный портал ВГТУ; программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

**Информационные справочные системы:** единое окно доступа к образовательным ресурсам – <http://window.edu.ru>; Справочная система ВГТУ – <https://wiki.schgeu.ru>; СтройКонсультант; Справочная Правовая Система КонсультантПлюс; Электронно-библиотечная система IPRbooks; «Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки»; ЭБС Лань; Научная электронная библиотека Elibrary;



**Современные профессиональные базы данных:** Национальная информационная система по строительству – <http://www.know-house.ru>; Портал Российской академии архитектуры и строительных наук – <http://www.raasn.ru>; Электронная библиотека строительства – <http://www.zodchii.ws>; Портал АВОК – <https://www.abok.ru>.

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

Для проведения лекционных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная плакатами, мультимедийным оборудованием и пособиями по программе.

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

По дисциплине «Системы солнечного теплоснабжения» 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 теплотехнического оборудования. 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. Освоение дисциплины оценивается на зачете.

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	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому

<p>работа</p>	<p>усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

### Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	