Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра теплоэнергетики и экологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(направленность (профиль): «Промышленная теплоэнергетика»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 26-04-2026 13:24:39 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование у обучающихся знаний в области перспектив развития и имеющегося мирового и отечественного опыта освоения источников энергии, альтернативных по отношению к традиционным, применяемым в тепловой и атомной энергетике.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение основных возобновляемых энергоресурсов, основных принципов их использования, конструкций и режимов работы соответствующих энергоустановок, мирового и отечественного опыта их эксплуатации, перспектив развития энергетики на нетрадиционных и возобновляемых энергоисточниках.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Математика;
– Физика;
– Химия.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Тепломассообменное оборудование предприятий;
– Производство и использование энергии в системах теплоснабжения;
– Техническая термодинамика;
– Экологические проблемы энергетических предприятий.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Теоретическая профессиональная подготовка	ОПК-4: Способен демонстрировать применение	ОПК-4.2 Применяет основные способы получения,	– знать: основные нетрадиционные и возобновляемые

	основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	преобразования и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	источники энергии, принципы работы и конструктивные особенности установок, использующих альтернативные источники энергии. – уметь: применять полученные теоретические и практические знания для решения задач в области использования альтернативных энергоэффективных технологий.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		***ИТОГО***	***2 сессия / 3 курс***	***3 сессия / 3 курс***
Форма промежуточной аттестации				*зачет*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*36*	*108*
	зачетных единиц	***4***	*1*	*3*
Лекции, *академ. час.*		***6***	*2*	*4*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***6***	*0*	*6*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Самостоятельная работа, *академ. час.*	***128***	*34*	*94*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*	***4***	*0*	*4*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Состояние и перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии;

Тема 1.1 Возобновляемые источники энергии. Невозобновляемые источники энергии. Классификация НВИЭ. Запасы и динамика потребления энергоресурсов, политика России в области нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Основные объекты нетрадици-онной энергетики России;

Раздел 2 Гидроэнергия;

Тема 2.1 Водные и гидроэнергетические ресурсы РФ. Устройство ГЭС и гидротурбин. Схемы ГЭС. Гидротурбины. Схема горизонтального гидроагрегата. Гидроагрегат ПЭС «Ле Ранс». Работа ГЭС на энер-госистему. Гидроаккумулирующие электростанции. Приливные электро-станции. Энергия волн;

Раздел 3 Ветровая энергия;

Тема 3.1 Ресурсы ветровой энергии. Конструкции ветродвигателей и ВЭС. Работа ВЭС на энергосистему. Схема ВЭУ;

Раздел 4 Солнечная энергия;

Тема 4.1 Ресурсы солнечной энергетики. Баланс лучистой энергии Земли. Безмашинные СЭУ. Фотоэлектрические преобразователи. Паротурбинные СЭС. Схема СЭС. Солнечное теплоснабжение. Простейший солнечный водонагреватель;

Раздел 5 Геотермическая энергия;

Тема 5.1 Геотермальные ресурсы. Тепловая схема одноконтурной ГеоТЭС. Тепловая схема двухконтурной ГеоТЭС. Геотермальное теплоснабжение;

Раздел 6 Биотопливо;

Тема 6.1 Виды биотоплива. Установки для сжигания биотоплива. Котлы с кипящим слоем. Сжигание древесных отходов. Котлы для сжигания иловых осадков. Схема установки для сжигания иловых осадков. Схема установки для сжигания твердых отходов;

Раздел 7 Вторичные энергоресурсы и энергосбережение;

Тема 7.1 Источники ВЭР. Использование теплоты отработавших газов. Теплообменники для отработавших газов. Схема ПТУ на теплоте отходящих газов. Схема котла-утилизатора с многократной прину-дительной циркуляцией. Использование теплоты испарительного охла-ждения. Использование теплоты продукции и отходов;

Тема 7.2 Схема теплоиспользования при обжиге клинкера. Схема энерготехнологического использования шлака. Использование теплоты низкого потенциала. Схема теплового насоса. Системы аккумулирования энергии. Водородная энергетика. Энергосбережение;

Раздел 8 Экологические проблемы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии;

Тема 8.1 Проблема взаимодействия энергетики и экологии. Экологические последствия развития солнечной энергетики. Влияние ветроэнергетики на природную среду. Возможные экологические проявления геотермальной энергетики. Экологические последствия использования энергии океана. Экологическая характеристика использования биоэнергетических установок.

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Состояние и перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии	0.75	
Раздел 2.	Гидроэнергия	0.75	
Раздел 3.	Ветровая энергия	0.75	
Раздел 4.	Солнечная энергия	0.75	
Раздел 5.	Геотермическая энергия	0.75	
Раздел 6.	Биотопливо	0.75	
Раздел 7.	Вторичные энергоресурсы и энергосбережение	0.75	
Раздел 8.	Экологические проблемы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии	0.75	
Итого:		**6**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Гидроэнергия	1	
Раздел 4.	Солнечная энергия	2	
Раздел 5.	Геотермическая энергия	2	
Раздел 6.	Биотопливо	1	
Итого:		**6**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	12	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	16	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	20	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Контрольная работа; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	20	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	20	
Раздел 6.	1. Изучение лекционного	20	

	материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.		
Раздел 7.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	10	
Раздел 8.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	10	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	4	
Итого:		**132**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 4.	ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Контрольная работа; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 5.	ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 6.	ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 7.	ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 8.	ОПК-4	1. Вопросы для устного

		обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Зачет.	ОПК-4	1. Вопросы к зачету; 2. Задачи к зачету

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); контрольная работа; наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию контрольной работы

Контрольная работа – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки контрольной работы

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся выполнил задание в полном объёме; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала; может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно.	отлично
Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок.	хорошо
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.	удовлетворительно
Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в

знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с	1,25

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
инструментами и/или средствами вычислительной техники.	
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к зачету; задачи к зачету.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете

Оценка	Требования к знаниям
зачтено	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по учебной дисциплине.
не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «не зачтено» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Сибикин, М. Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. – Москва Берлин : Директ-Медиа, 2014. – 229 с. – ISBN 978-5-4475-2717-4. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257750 (дата обращения: 22.04.2026);

2 Баранов, Н. Н. Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии : учебное пособие / Н. Н. Баранов. – Москва : МЭИ, 2017. – 384 с. – ISBN 978-5-383-01185-0. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257750 (дата обращения: 22.04.2026);

3 Удалов, С. Н. Возобновляемые источники энергии : учебное пособие / С. Н. Удалов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск : НГТУ , 2014. – 459 с. – ISBN 978-5-7782-2467-4. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436051 (дата обращения: 22.04.2026);

4 Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / Северо-Кавказский федеральный университет ; сост. И. Ю. Чуенкова. – Ставрополь : СКФУ , 2015. – 148 с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457472 (дата обращения: 22.04.2026).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);

- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Составитель(и):

доцент Соловьев Александр Кронидович (кафедра теплоэнергетики и экологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Начальник техбюро
производственно-технического отдела
ООО «Центральная ТЭЦ»  А. Ю. Поромов

Приложение

1Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. Наука, изучающая превращения энергии в процессах, сопровождающихся тепловыми эффектами, называется:
   а) термодинамика
   б) гидростатика
   в) теплопередача
2. Величина, характеризующая степень нагретости тела:
   а) энергия
   б) давление
   в)температура
3. При постоянном удельном объеме протекает процесс:
   а) изобарный
   б) изохорный
   в)изотермический
4. Плотность определяется по формуле:
   а) ρ = m/V
   б) ρ =V/m
   в) ρ = m*V
5. Единицы измерения теплоемкости:
   а) Дж
   б) Дж/К
   в) Дж/кг*К
6. Единицы измерения коэффициента теплопроводности:
   а) Вт/м*К
   б) Вт/м2*К
   в) Вт/м
7. Атмосферное давление измеряется:
   а) манометрами
   б) вакуумметрами
   в) барометрами
8. Фазовый переход от газообразного состояния к жидкому, это:
   а) конденсация
   б) испарение
   в) кипение
9. Удельный объем определяется по формуле:
   а) υ = m / V
   б) υ = V / m
   в) υ = m * V
10. Единицы измерения объемной теплоемкости:
   а) Дж/кг*К

б) Дж/м3*К
в) Дж/моль*К

11. Избыточное давление измеряется:
а) манометрами
б) вакуумметрами
в) барометрами

12. При нормальных условиях:
а) Т = 273 К, Р = 760 мм рт. ст.
б) Т = 237 К, Р = 765 мм рт. ст.
в) Т = 760 К, Р = 273 мм рт. ст.

13. Фазовый переход из жидкого состояния в газообразное, это:
а) конденсация
б) кипение
в)испарение

14. Температура, равная температуре кипения, называется :
а) температурой насыщения
б) критической температурой
в) абсолютной температурой

15. Смесь сухого пара с капельками жидкости, называется:
а) влажным насыщенным паром
б) перегретым водяным паром
в) насыщенным паром

16. При испарении температура жидкости:
а) повышается
б) остается неизменной
в) понижается

17. Процесс распространения тепловой энергии при непосредственном соприкосновении отдельных частей тела, имеющих различные температуры, называется:
а) теплопроводность
б) излучение
в) конвекция

18. Необходимое условие преобразования тепловой энергии в механическую в тепловых двигателях:
а) разность температур
б) разность давления
в) разность удельного объема

19. Уравнения состояния идеального газа:
а) PV = mRT
б) Pm = VRT
в) PR = mVT

20. Единицы измерения коэффициента теплоотдачи:
а) Вт/м*К
б) Вт/м2*К
в) Вт/м

2 Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам учебной дисциплины

Раздел 1. Состояние и перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Перечень вопросов для устного опросана лекции:

1. Дать понятие возобновляемым источникам энергии.
2. Дать понятие невозобновляемым источникам энергии.
3. Каковы на ваш взгляд перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии?
4. Каковы запасы и динамика потребления энергоресурсов?
5. Какова политика России в области нетрадиционных и возобновляемых источников энергии?

Раздел 2. Гидроэнергия

Перечень вопросов для устного опросана лекции:

1. Какая доля экономического потенциала гидроэнергетических ресурсов освоена в России? В США?
2. В каких регионах России имеет перспективу строительство крупных
ГЭС?
3. Какой формулой определяется мощность гидроэнергетической установки?
4. С чем связаны потери энергии при работе гидротурбины?
5. Перечислите типы гидротурбин.
6. Почему нежелательно использовать паротурбинные установки для покрытия пиков нагрузки в энергосистеме?
7. Как работают гидроаккумулирующие станции?
8. Как устроены приливные электростанции?
9. Как устроен обратимый капсульный гидроагрегат?
10. Какими способами можно использовать энергию морских волн?

Перечень вопросов для устного опросана практическом занятии:

1. Как определить механическую мощность ОТЭС в идеальном теоретическом цикле Карно?
2. Как определить расход тепловой воды потребляемой ОТЭС?
3. Как определить действительный КПД ОТЭС?

Раздел 3. Ветровая энергия

Перечень вопросов для устного опросана лекции:

1. Где целесообразно размещать ветроэнергетические установки в Северо - Западном регионе России?
2. Какую предельную единичную мощность имеют современные ВЭУ?
3. Как устроена ветроэнергетическая установка?
4. Какой формулой определяется мощность ветроэнергетической установки?

5. Почему при работе ВЭУ на энергосистему необходим запас резервных мощностей?

Раздел 4. Солнечная энергия

Перечень вопросов для устного опросана лекции:

1. Какую интенсивность имеет солнечное излучение?
2. Как устроены термоэлектрические преобразователи?
3. Как работает солнечная энергетическая установка с фотоэлектрическими преобразователями?
4. Охарактеризуйте проект солнечной космической электростанции.
5. Как устроены паротурбинные солнечные электростанции?
6. Что такое гелиостат?
7. Как реализуется солнечное теплоснабжение?
8. Как работает солнечная опреснительная установка?
9. В каких пределах изменяется интенсивность солнечного излучения на территории России?

Перечень вопросов для устного опросана практическом занятии:

1. Как определить площадь поверхности приемника солнечной электростанции башенного типа?
2. Как определить тепловые потери в нем, вызванные излучением и конвекцией?

Раздел 5. Геотермическая энергия

Перечень вопросов для устного опросана лекции:

1. Какие регионы России перспективны для освоения геотермальной энергии?
2. Как устроены одноконтурные ГеоТЭС?
3. Как устроены двухконтурные ГеоТЭС?
4. Почему необходимо закачивать в пласт воду, поступившую из геотермальных скважин?
5. На каких геотермальных месторождениях применяются паротурбинные установки с низкокипящим теплоносителем?
6. Какие преимущества имеет ГеоТЭС на смесевом теплоносителе?
7. Насколько реально использование океанских тепловых ресурсов?
8. Как реализуется теплоснабжение от геотермальных источников?
9. Какие проблемы тормозят развитие геотермальной энергетики?

Перечень вопросов для устного опросана практическом занятии:

1. Какие исходные данные необходимы, чтоба определить начальную температуру и количество геотермальной энергии водоносного пласта?
2. В каких единицах измеряется теплоемкость?
3. В каких единицах измеряется плотность?

Раздел 6. Биотопливо

Перечень вопросов для устного опросана лекции:

1. Перечислите виды биотоплива.

2. Каковы запасы и перспективы энергетического использования древесины?

3. Каковы перспективы использования торфа в Северо - Западном регионе России?

4. Что такое биогаз?

5. Каковы возможности энергетического использования полевых культур?

6. Из чего получают синтетическое жидкое и газовое топливо?

7. Как устроены топки с кипящим с кипящим слоем?

8. В чем состоят особенности установок для сжигания иловых осадков?

9. Как устроены установки для сжигания твердых отходов?

Перечень вопросов для устного опросана практическом занятии:

1. Как определить объем биогазогенератора?

2. Как определить суточный выход биогаза в установке?

3. Что такое теплота сгорания топлива?

Раздел 7. Вторичные энергоресурсы и энергосбережение.

Перечень вопросов для устного опросана лекции:

1. Какие отрасли народного хозяйства являются поставщиками вторичных энергетических ресурсов?

2. От чего зависит целесообразность и эффективность использования ВЭР?

3. Как определить теплосодержание отработавших в техпроцессе газов?

4. Какой металл используется в теплообменниках для отработавших газов?

5. Какие основные узлы включает схема паротурбинной установки для утилизации теплоты отходящих газов?

6. Опишите принцип работы котлов с многократной принудительной циркуляцией.

7. В чем отличие котлов на отходящих газах от обычных топочных?

8. Как устроены газотрубные котлы на отходящих газах?

9. Как используется теплота выхлопных газов газовых турбин в паро-газовых установках?

10. Как используется теплота испарительного охлаждения?

11. Почему при испарительном охлаждении недопустимо образование накипи в кессонах?

12. Как устроены установки для использования теплоты продукции из отходов?

13. В чем состоят особенности установок для использования теплоты жидких шлаков?

14. Как работают тепловые насосы?

15. Как устроена детандер-генераторная установка?

16. Какие преимущества имеет водородное топливо?

17. Как работают топливные элементы?

18. Каковы возможности энергосбережения в металлургии?

Раздел 8. Экологические проблемы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Перечень вопросов для устного опросана лекции:

1. Какие неблагоприятные воздействия на объекты природной среды при энергетическом использовании биомассы имеют место?

2. Перечислите неблагоприятные воздействия биоэнергетики на экологию

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

5 Контрольная работа

Раздел 4. Солнечная энергия

Задание 1. Расчет солнечной электростанции башенного типа

На солнечной электростанции башенного типа установлено n гелиостатов, каждый из которых имеет поверхность Fгм2. Коэффициент отражения гелиостата Rотр. Максимальная облученность зеркала гелиостата Ег.

Гелиостаты отражают солнечные лучи на приемник, на поверхности которого зарегистрирована максимальная энергетическая освещенность Епр. Коэффициент поглощения приемника Апогл. Степень черноты приемника εпр.

В приемнике нагревается и испаряется рабочее тело (вода) до температуры t0. Давление рабочего тела составляет p0. Полученный перегретый пар направляется в турбину мощностью Nэ, работающую по циклу Ренкина. Давление пара за турбиной составляет рк . Относительный внутренний КПД турбины ηoi . Механический КПД ηм = 0,975. КПД электрогенератора ηэ = 0,985. Работой насоса, потерями тепла при его транспортировке, собственными нуждами – пренебречь.

Определить:

– расход пара на турбину D_0, кг/с;

– площадь поверхности приемника Fпри тепловые потери в нем Qпот, вызванные излучением и конвекцией. Принять, что конвективные потери вдвое меньше потерь от излучения;

– энергию, полученную приемником от солнца через гелиостаты (кВт);

– количество гелиостатов – n, шт;

– как изменится мощность СЭС, если вместо паротурбинной установки применить кремниевые преобразователи с КПД $\eta_{фэ}$ = 0,141, занимающие ту же площадь, что и зеркала гелиостатов.

Исходные данные взять из таблицы 1 по вариантам.

Таблица 1 – Исходные данные для задачи № 1.

Величина	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поверхность гелиостата, $F_г$,м^2	64	61	58	55	52	49	46	43	40	37
Коэффициент отражения гелиостата, $R_{отр}$	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78
Максимальная облученность зеркала гелиостата,$E_г$, Вт/м^2	550	575	580	585	590	600	610	620	615	605
Максимальная энергетическая освещенность приемника, $E_{пр}$, МВт/м^2	2,5	2,1	2,2	2,3	2,6	2,5	2,0	1,9	2,1	1,9
Коэффициент поглощения приемника,$A_{погл}$	0,95	0,96	0,94	0,94	0,93	0,95	0,96	0,97	0,95	0,95
Степень черноты, $\varepsilon_{пр}$	0,96	0,95	0,94	0,95	0,97	0,94	0,94	0,93	0,95	0,94
Начальная температура, t_0 ,°С	590	580	570	600	545	550	555	535	565	585
Начальное давление p_0,МПа	10	11	12	13	14	13,5	13,7	12,5	11,2	10,6
Мощность СЭС, $N_э$, МВт	1,05	3	1,1	5	2	1,2	4,0	1,0	5,5	4,0
Конечное давление пара, $p_к$, кПа	4,5	5	5,5	6	6,5	3	3,5	4,2	4,3	4,4

Относительный внутренний КПД турбины, η_{oi}	0,85	0,84	0,83	0,88	0,84	0,86	0,87	0,82	0,83	0,84

Продолжение таблицы 1

Величина	Номер варианта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Поверхность гелиостата, $F_г$,м^2	54	51	68	65	62	69	66	63	60	67
Коэффициент отражения гелиостата, $R_{отр}$	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82
Максимальная облученность зеркала гелиостата,$E_г$, Вт/м^2	595	580	605	600	610	595	580	605	600	610
Максимальная энергетическая освещенность приемника, $E_{пр}$, МВт/м^2	2,44	2,14	2,24	2,34	2,64	2,54	2,04	1,94	2,14	1,94
Коэффициент поглощения приемника,$A_{погл}$	0,95	0,96	0,94	0,94	0,93	0,93	0,95	0,96	0,94	0,95
Степень черноты, $\varepsilon_{пр}$	0,96	0,95	0,94	0,95	0,96	0,93	0,94	0,95	0,95	0,94
Начальная температура, t_0 ,°С	450	480	470	400	445	450	455	435	465	485
Начальное давление p_0,МПа	10	11	12	13	14	13,5	13,7	12,5	11,2	10,6
Мощность СЭС, $N_э$, МВт	2,05	3,5	1,5	5,5	2,5	1,4	3,4	2,0	4,5	4,2
Конечное давление пара, $p_к$, кПа	6	6,5	3	3,5	4,2	6	6,5	3	3,5	4,2

Относительный внутренний КПД турбины, η_{oi}	0,85	0,84	0,83	0,88	0,84	0,86	0,87	0,82	0,83	0,84

Окончание таблицы 1

Величина	Номер варианта									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Поверхность гелиостата, $F_г$,м^2	64	61	58	55	52	49	46	43	40	37
Коэффициент отражения гелиостата, $R_{отр}$	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78
Максимальная облученность зеркала гелиостата,$E_г$, Вт/м^2	550	575	580	585	590	600	610	620	615	605
Максимальная энергетическая освещенность приемника, $E_{пр}$, МВт/м^2	2,5	2,1	2,2	2,3	2,6	2,54	2,0	1,9	2,15	1,95
Коэффициент поглощения приемника,$A_{погл}$	0,95	0,96	0,94	0,94	0,93	0,93	0,95	0,96	0,94	0,95
Степень черноты, $\varepsilon_{пр}$	0,96	0,95	0,94	0,95	0,96	0,93	0,94	0,95	0,95	0,94
Начальная температура, t_0 ,°С	590	580	570	600	545	550	555	535	565	585
Начальное давление p_0,МПа	9	12,5	11,5	13,5	14,5	12,7	11,7	14,5	16,2	12,6
Мощность СЭС, $N_э$, МВт	4,5	3	2,5	1,55	4,2	3,2	2,5	2,0	5,5	4,0
Конечное давление пара, $p_к$, кПа	4,5	5	5,5	6	6,5	3	3,5	4,2	4,3	4,4

Относительный внутренний КПД турбины, η_{oi}	0,85	0,84	0,83	0,88	0,84	0,86	0,87	0,82	0,83	0,84

Раздел 5. Геотермическая энергия
Задание 2. Типа тепловой схемы геотермальной электростанции бинарного типа

Геотермальная электростанция состоит из двух турбин:

– первая работает на насыщенном водяном паре, полученном в расширителе. Электрическая мощность - $N_э^{пт}$;

– вторая работает на насыщенном паре хладона - R11, который испаряется за счёт тепла воды, отводимой из расширителя.

Вода из геотермальных скважин с давлением $p_{гв}$температурой$t_{гв}$ поступает в расширитель. В расширителе образуется сухой насыщенный пар с давлением$p_р$. Этот пар направляется в паровую турбину. Оставшаяся вода из расширителя идёт в испаритель, где охлаждается на$\Delta t_в^и$и закачивается обратно в скважину. Температурный напор в испарительной установке $\delta t_и = 20$ °С. Рабочие тела расширяются в турбинах и поступают в конденсаторы, где охлаждаются водой из реки с температурой $t_{хв}$. Нагрев воды в конденсаторе $\Delta t_в$=10 °С, а недогревдо температуры насыщения $\delta t_к$= 5 °С.

Относительные внутренние КПД турбин $\eta_{oi}^{пт}$ = $\eta_{oi}^{хт} = 0{,}8$. Электромеханический КПД турбогенераторов$\eta_э$ = 0,95.

Определить:

□□□электрическую мощность турбины, работающей на хладоне - $N_э^{хт}$и суммарную мощность ГеоТЭС с учетом затрат энергии на насос, закачивающий геотермальную воду в скважину;

□□□расходы рабочих тел на обе турбины;

□□□расход геотермальной воды из скважины;

□□□КПД ГеоТЭС.

Исходные данные взять из таблицы 3 по вариантам.

Таблица 3 – Исходные данные для задачи 3.

Вариант	$N_э^{пт}$, МВт	$p_{гв}$,МПа	$t_{гв}$, °С	$p_р$,МПа	$\Delta t_в^и$,°С	$t_{хв}$, °С
1	1,0	15	160	0,25	40	5
2	2,0	16	165	0,26	50	6
3	2,5	17	170	0,27	60	7
4	3,0	18	165	0,28	45	8

Вариант	$N_э^{пт}$, МВт	$p_{гв}$,МПа	$t_{гв}$, °С	$p_р$,МПа	$\Delta t_в^и$,°С	$t_{хв}$, °С
5	3,5	19	160	0,29	55	9
6	3,0	20	155	0,30	65	10
7	2,5	21	150	0,20	42	6
8	2,0	22	155	0,21	43	7
9	1,5	23	170	0,22	45	8
10	3,0	24	160	0,23	48	9
11	2,5	25	170	0,31	47	5
12	2,0	26	160	0,24	49	6
13	1,5	27	155	0,26	59	7
14	2,0	28	150	0,28	60	10
15	2,5	29	155	0,22	54	9
16	3,0	30	170	0,21	56	5
17	2,5	20	150	0,23	58	6
18	3,0	19	170	0,27	57	10
19	3,5	18	140	0,22	52	8
20	3,0	17	165	0,23	58	9
21	2,5	16	150	0,31	55	5
22	2,0	15	160	0,24	65	6
23	1,5	14	155	0,26	42	7
24	2,0	13	150	0,28	43	10
25	2,5	12	155	0,22	45	9
26	3,0	11	145	0,21	48	5
27	2,5	10	150	0,23	47	6
28	3,0	15	145	0,27	57	10
29	3,5	18	150	0,22	47	8
30	3,0	17	165	0,23	49	9
31	4,0	19	140	0,31	59	9
32	4,5	12	145	0,24	60	5
33	5,0	14	150	0,26	54	6
34	5,5	15	155	0,28	56	10
35	6,0	21	160	0,32	58	8
36	6,5	23	165	0,21	57	9
37	7,0	15	170	0,33	52	5
38	7,5	17	155	0,27	58	6
39	8,0	20	160	0,32	60	7

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

1. Совокупность перспективных способов получения, передачи и использования энергии, которые распространены не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за выгодности их использования и, как правило, низком риске причинения вреда окружающей среде:

а) альтернативная энергетика
б) солнечная энергетика
в) ветроэнергетика

2. Альтернативный источник энергии является таким ресурсом:

а) возобновляемым
б) не возобновляемым
в) сложным

3. Альтернативный источник энергии:

а) углеводородный сжиженный газ
б) биомасса из растений
в) уголь

4. Альтернативный источник энергии:

а) энергия ветра
б) природный газ
в) ядерная энергия

5. **Невозобновляемые источник энергии:**

а) энергия ветра
б) уголь
в) биомасса из растений

6. **Невозобновляемые источник энергии:**

а) природный газ
б) солнечная
в) геотермальное тепло внутри Земли

7. **Высокая доля ВИЭ-электростанций на солнце и ветре в энергобалансе уже стала реальностью во многих странах мира. Один из основных лидеров — стран Европы:**

а) Дания
б) Греция
в) Португалия
г) Германия

8. Какие страны являются мировыми лидерами по темпам ввода мощностей возобновляемых источников энергии:

а) Китай и Индия
б) Германия
в) Турция
г) США

9. На каком месте в мире по объёму выбросов парниковых газов находится Россия:

а) на первом

б) на втором
в) на третьем
г) на четвертом
10. **Вторичная энергия как вид включает в себя:**
а) электричество
б) природный газ
в) уголь
г) ядерная энергия
д) возобновляемые источники энергии
11. Направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде:
а) солнечная энергетика
б) биотопливо
в) ветроэнергетика
г) альтернативная энергетика
д) гидроэнергетика
12. Фототермический способ преобразования солнечной энергии это:
а) преобразование световой энергии в тепловую, а затем при необходимости, например, с помощью пара, в электрическую)
б) прямое преобразование световой энергии в электрическую
13. Фотоэлектрический способ преобразования солнечной энергии это:
а) преобразование световой энергии в тепловую, а затем при необходимости, например, с помощью пара, в электрическую)
б) прямое преобразование световой энергии в электрическую
14. Теплопоглощающее покрытие, используемое в нижней части плоского солнечного коллектора, характеризуется коэффициентом поглощения, составляющим:
а) 91 %
б) 65 %
в) 70 %
г) 42 %
15. Чем вакуумный коллектор отличается от плоского в практическом плане:
а) способен обеспечить горячее водоснабжение и отопление в любое время года, и при любой погоде
б) способность самоочистки от снега и опавших листьев
в) при низких температурах (зимой, в межсезонье) производительность таких коллекторов ощутимо падает
г) изделия обладают достаточно высокой парусностью (из-за большой площади)
16. Получение электроэнергии с помощью фотоэлементов:
а) двигатель Стирлинга

б) фотовольтаика
в) гелиотермальная энергетика

17. Укажите правильное определение фотовольтаика

а) Получение электроэнергии с помощью фотоэлементов
б) Нагревание поверхности, поглощающей солнечные лучи, и последующее распределение и использование тепла
в) Тепловая машина, в которой жидкое или газообразное рабочее тело движется в замкнутом объёме, разновидность двигателя внешнего сгорания
г) Устройство для сбора тепловой энергии Солнца (гелиоустановка), переносимой видимым светом и ближним инфракрасным излучением
д) Разновидность солнечного коллектора, предназначен для производства горячей воды путём поглощения солнечного излучения, преобразования его в тепло, аккумуляции и передачи потребителю

18. Солнечный элемент на основе фотоэффекта:

а) Солнечный фотоэлектрический элемент
б) Солнечный элемент
в) Двусторонний солнечный элемент
г) Термоэлектрический солнечный элемент
д) Термоэлектронный солнечный преобразователь

19. Фотоэффект — это явление:

а) вырывания электронов из вещества под действием света
б) облучения вещества светом
в) распространения фотонов

20. Устройство для сбора тепловой энергии Солнца (гелиоустановка), переносимой видимым светом и ближним инфракрасным излучением:

а) Гелиотермальная энергетика
б) Двигатель Стирлинга
в) Солнечный коллектор

21. Солнечная электростанция, в которой излучение от оптической концентрирующей системы, образованной полем гелиостатов, направляется на установленный на башне приемник энергии солнечного излучения:

а) башенная солнечная электростанция
б) термодинамическая солнечная электростанция
в) фотоэлектрическая солнечная электростанция
г) двухконтурная солнечная электростанция
д) модульная солнечная электростанция

22. Что такое солнечная энергетика?

а) направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде
б) совокупность перспективных способов получения, передачи и использования энергии, которые распространены не так широко, как

традиционные, однако представляют интерес из-за выгодности их использования и, как правило, низком риске причинения вреда окружающей среде
в) отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую
с) топливо из растительного или животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов
д) область хозяйственно-экономической деятельности человека, совокупность больших естественных и искусственных подсистем, служащих для преобразования энергии водного потока в электрическую энергию

23. Укажите правильное определение солнечный коллектор

а) устройство для сбора тепловой энергии Солнца (гелиоустановка), переносимой видимым светом и ближним инфракрасным излучением
б) получение электроэнергии с помощью фотоэлементов
в) нагревание поверхности, поглощающей солнечные лучи, и последующее распределение и использование тепла
г) тепловая машина, в которой жидкое или газообразное рабочее тело движется в замкнутом объёме, разновидность двигателя внешнего сгорания
д) разновидность солнечного коллектора, предназначен для производства горячей воды путём поглощения солнечного излучения, преобразования его в тепло, аккумуляции и передачи потребителю

24. Укажите правильное определение солнечная электростанция

а) электростанция, предназначенная для преобразования энергии солнечного излучения в электрическую энергию
б) электростанция, преобразующая по единой технологической схеме энергию солнечного излучения и химическую энергию топлива в электрическую и тепловую энергию
в) использование энергии солнечного излучения для отопления, горячего водоснабжения и обеспечения технологических нужд различных потребителей
г) использование энергии солнечного излучения для нагрева воды с целью обеспечения коммунально-бытовых и технологических нужд различных потребителей
д)использование энергии солнечного излучения для получения холода с целью кондиционирования воздуха, хранения продуктов и т.п.

25. Укажите правильное определение солнечное теплоснабжение

а) использование энергии солнечного излучения для отопления, горячего водоснабжения и обеспечения технологических нужд различных потребителей
б) электростанция, предназначенная для преобразования энергии солнечного излучения в электрическую энергию

в) электростанция, преобразующая по единой технологической схеме энергию солнечного излучения и химическую энергию топлива в электрическую и тепловую энергию
г) использование энергии солнечного излучения для нагрева воды с целью обеспечения коммунально-бытовых и технологических нужд различных потребителей
д) использование энергии солнечного излучения для получения холода с целью кондиционирования воздуха, хранения продуктов и т.п.

26. Что такое солнечный элемент?

а) солнечный элемент на основе фотоэффекта
б) преобразователь энергии солнечного излучения в электрическую энергию, выполненный на основе различных физических принципов прямого преобразования
в) солнечный элемент с двусторонней фоточувствительностью
г) солнечный элемент на основе термоэлектрических явлений, в котором источником тепла является энергия солнечного излучения
д) солнечный преобразователь на основе явления термоэлектронной эмиссии, в котором источником тепла является энергия солнечного излучения

27. Укажите правильное определение модульная солнечная электростанция

а) солнечная электростанция, состоящая из повторяющихся конструктивных элементов-модулей, содержащих однотипные концентраторы и приемники энергии солнечного излучения
б) солнечная электростанция, в которой энергия солнечного излучения используется как источник тепла в термодинамическом цикле преобразования тепловой энергии в механическую, а затем в электрическую
в) солнечная электростанция, в которой используется способ прямого преобразования энергии солнечного излучения в электрическую энергию
г) солнечная электростанция, в которой излучение от оптической концентрирующей системы, образованной полем гелиостатов, направляется на установленный на башне приемник энергии солнечного излучения
д) термодинамическая солнечная электростанция, в которой энергия солнечного излучения, поглощенная теплоносителем в первом контуре, передается через теплообменник теплоносителю второго контура

28. Укажите правильное определение фотоэлектрическая солнечная электростанция

а) солнечная электростанция, в которой используется способ прямого преобразования энергии солнечного излучения в электрическую энергию
б) солнечная электростанция, в которой энергия солнечного излучения используется как источник тепла в термодинамическом цикле преобразования тепловой энергии в механическую, а затем в электрическую

в) солнечная электростанция, в которой излучение от оптической концентрирующей системы, образованной полем гелиостатов, направляется на установленный на башне приемник энергии солнечного излучения

г) термодинамическая солнечная электростанция, в которой энергия солнечного излучения, поглощенная теплоносителем в первом контуре, передается через теплообменник теплоносителю второго контура

д) солнечная электростанция, состоящая из повторяющихся конструктивных элементов-модулей, содержащих однотипные концентраторы и приемники энергии солнечного излучения

29. Укажите правильное определение башенная солнечная электростанция

а) Солнечная электростанция, в которой излучение от оптической концентрирующей системы, образованной полем гелиостатов, направляется на установленный на башне приемник энергии солнечного излучения

б) Солнечная электростанция, в которой энергия солнечного излучения используется как источник тепла в термодинамическом цикле преобразования тепловой энергии в механическую, а затем в электрическую

в) Солнечная электростанция, в которой используется способ прямого преобразования энергии солнечного излучения в электрическую энергию

г) Термодинамическая солнечная электростанция, в которой энергия солнечного излучения, поглощенная теплоносителем в первом контуре, передается через теплообменник теплоносителю второго контура

д) Солнечная электростанция, состоящая из повторяющихся конструктивных элементов-модулей, содержащих однотипные концентраторы и приемники энергии солнечного излучения

30. Наиболее популярный способ использования солнечной энергии:

а) В виде тепловой энергии путем применения различных термосистем;

б) Преобразование солнечной энергии в электрическую

31. Что такое ветроэнергетика?

а) Отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую

б) Совокупность перспективных способов получения, передачи и использования энергии, которые распространены не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за выгодности их использования и, как правило, низком риске причинения вреда окружающей среде.

в) Топливо из растительного или животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов.

г) Направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде.
д) Область хозяйственно-экономической деятельности человека, совокупность больших естественных и искусственных подсистем, служащих для преобразования энергии водного потока в электрическую энергию.

32. Отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования в народном хозяйстве:

а) Солнечная энергетика
б) Ветроэнергетика
в) Гидроэнергетика

33. Устройство для преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую энергию вращения ротора с последующим ее преобразованием в электрическую энергию:

а) Ветрогенератор
б) Наземная ветряная электростанция
в) Ветряная электростанция

34. Укажите определение ветрогенератор

а) устройство для преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую энергию вращения ротора с последующим ее преобразованием в электрическую энергию
б) несколько ВЭУ, собранных в одном или нескольких местах и объединённых в единую сеть
в) тип ветряных электростанций, ветрогенераторы которых устанавливаются на холмах или возвышенностях
г) тип ветряных электростанций, ветрогенераторы которых устанавливаются на небольшом удалении от берега моря или океана
д) тип ветряных электростанций, ветрогенераторы которых устанавливаются в море, 10—60 километров от берега

35. Укажите определение ветряная электростанция

а) несколько ВЭУ, собранных в одном или нескольких местах и объединённых в единую сеть
б) устройство для преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую энергию вращения ротора с последующим ее преобразованием в электрическую энергию
в) тип ветряных электростанций, ветрогенераторы которых устанавливаются на холмах или возвышенностях
г) тип ветряных электростанций, ветрогенераторы которых устанавливаются на небольшом удалении от берега моря или океана
д) тип ветряных электростанций, ветрогенераторы которых устанавливаются в море, 10—60 километров от берега

36. Укажите определение наземная ветряная электростанция

а) тип ветряных электростанций, ветрогенераторы которых устанавливаются на холмах или возвышенностях

б) устройство для преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую энергию вращения ротора с последующим ее преобразованием в электрическую энергию

в) несколько ВЭУ, собранных в одном или нескольких местах и объединённых в единую сеть

г) тип ветряных электростанций, ветрогенераторы которых устанавливаются на небольшом удалении от берега моря или океана

д) тип ветряных электростанций, ветрогенераторы которых устанавливаются в море, 10—60 километров от берега

37. На чем основана ветроэнергетика:

а) На преобразовании кинетической энергии ветра

б) На преобразовании потенциальной энергии ветра

в) На энергии Солнца

г) На энергии, содержащейся в недрах Земли

38. Что такое геотермальная энергетика?

а) направление энергетики, основанное на производстве электрической энергии за счёт энергии, содержащейся в недрах земли, на геотермальных станциях

б) способ получения энергии путём поимки и перенаправления энергии молний в электросеть.

в) синтез более тяжёлых атомных ядер из более лёгких с целью получения энергии, который носит управляемый характер.

г) новая тенденция в энергетике, связанная с производством тепловой и электрической энергии.

д) отрасль энергетики, основанное на использовании водорода в качестве средства для аккумулирования, транспортировки и потребления энергии людьми.

39. Направление энергетики, основанное на производстве электрической энергии за счёт энергии, содержащейся в недрах земли, на геотермальных станциях:

а) Грозовая энергетика

б) Геотермальная энергетика

в) Водородная энергетика

40. Какой тип электростанций использует энергию недр земли:

а) тепловая

б) геотермальная

в) ветряная

41. На какой энергии основана геотермальная энергетика:

а) Энергия Солнца

б) Энергия приливов и отливов

в) Энергия, содержащаяся в недрах Земли

г) Биоэнергия

42. Температура в ядре Земли достигает:
а) 6000 ˚С
б) 2500 ˚С
в) 7000-8000 ˚С
г) 1500-2000 ˚С
43. Какой из основных типов ресурсов геотермальной энергии получил наибольшее распространение:
а) поверхностное тепло земли
б) энергетические ресурсы пара
в) теплота, сосредоточенная глубоко под поверхностью земли
г) энергия магмы и теплота, накапливающаяся под вулканами
44. Основной материал для создания солнечных батарей:
а) арсенид галлия
б) алюминий
в) кремний
г) углерод
45. Что такое гидроэнергетика?
а) область хозяйственно-экономической деятельности человека, совокупность больших естественных и искусственных подсистем, служащих для преобразования энергии водного потока в электрическую энергию
б) совокупность перспективных способов получения, передачи и использования энергии, которые распространены не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за выгодности их использования и, как правило, низком риске причинения вреда окружающей среде
в) отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую
г) топливо из растительного или животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов
д) направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде
46. Один из плюсов ГЭС:
а) при перекрытии рек затапливаются огромные территории
б) для получения электроэнергии нужно топливо
в) для получения электроэнергии не нужно топливо
47. Один из плюсов ГЭС:
а) простота в обслуживании и эксплуатации
б) сложность в обслуживании и эксплуатации
в) сложность в эксплуатации
48. Один из минусов ГЭС:
а) простота в обслуживании
б) нет выбросов в атмосферу

в) при перекрытии рек затапливаются огромные территории

49. Крупнейшие ГЭС России построены на этой реке:

а) Ангаре

б) Волге

в) Енисее

50. Гидроэнергия – это:

а) энергия, переносимая волнами на поверхности океана;

б) энергия, сосредоточенная в потоках водных масс в русловых водотоках и приливных движениях

в) разновидность гидроэнергии, в которой используется кинетическая энергия вращения Земли.

51. С какой целью сооружают плотины, ГЭС:

а) для использования в качестве переправы через реку

б) увеличение разности уровня воды

в) создание водоема

52. При использовании ГЭС какая энергия преобразуется в электрическую:

а) энергия ветра

б) механическая энергия воды

в) энергия Солнца

53. Энергия приливов и отливов – это:

а) энергия, переносимая волнами на поверхности океана

б) энергия, сосредоточенная в потоках водных масс в русловых водотоках и приливных движениях

в) разновидность гидроэнергии, в которой используется кинетическая энергия вращения Земли

54. Энергия волн океана – это:

а) энергия, переносимая волнами на поверхности океана

б) энергия, сосредоточенная в потоках водных масс в русловых водотоках и приливных движениях;

в)разновидность гидроэнергии, в которой используется кинетическая энергия вращения Земли.

55. Что такое ?

а) топливо из растительного или животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов

б) совокупность перспективных способов получения, передачи и использования энергии, которые распространены не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за выгодности их использования и, как правило, низком риске причинения вреда окружающей среде

в) отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую

г Направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде
д) область хозяйственно-экономической деятельности человека, совокупность больших естественных и искусственных подсистем, служащих для преобразования энергии водного потока в электрическую энергию

56. Биоэнергетика – это:

а) энергия живых существ
б) энергия из биотоплива
в) энергия Солнца

57. Биогаз — это смесь

а) 55–75% метана и 25–45% углекислого газа
б) 55–75% метана и 25–45% водорода
в) 55–75% метана и 25–45% бутана
г) 55–75% углекислого газа и 25–45% метана

58. Источники энергии растительного происхождения делятся на следующие виды: биоэтанол, биобутанол, биодизель

а) биоэтанол, биобутанол
б) биоэтанол, биодизель
в) биоэтанол, биобутанол, биодизель

59. Технология получения биогаза заключается в последовательном разложении биомассы:

а) двумя группами бактерий –кислотообразующими и метанообразующими
б) двумя группами бактерий – гидролизными и метанообразующими
в) тремя группами бактерий – гидролизными, кислотообразующими и метанообразующими

60. Биомасса попадает в реактор и разогревается. При температуре

а) 35-38°С бактерии активируются и начинают активно перерабатывать отходы
б) 45-50°С бактерии активируются и начинают активно перерабатывать отходы
в) 52-56°С бактерии активируются и начинают активно перерабатывать отходы животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов.

61. Какой математический символ пропущен в формуле для расчета количество тепла, получаемое приемником от солнца через гелиостаты

(выбирать из следующих: +, – , × или /)?

Максимальная облученность зеркала гелиостата **?** количество гелиостатов **?** поверхность гелиостата **?** коэффициент отражения гелиостата **?** коэффициент поглощения приемника = количество тепла, получаемое приемником от солнца через гелиостаты

62. Какой математический символ пропущен в формуле для расчета расхода воды в аккумулятор тепловой энергии накопительного типа
(выбирать из следующих: +, – , × или /)?

Расход воды через приемник солнечной энергии **?** расход воды в систему теплоснабжения здания **=** расход воды в аккумулятор тепловой энергии накопительного типа

63. Вставьте пропущенное слово (аббревиатура, все буквы заглавные):

_____ – это источники энергии, образующиеся на основе постоянно существующих или периодически возникающих процессов в природе, а также жизненном цикле растительного и животного мира и жизнедеятельности человеческого общества.

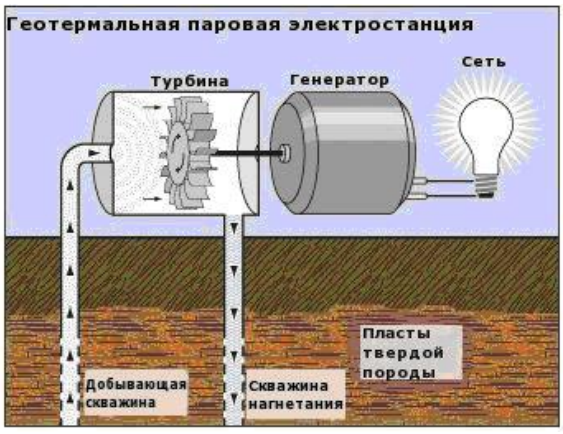
64. Вставьте пропущенное слово (аббревиатура, все буквы заглавные):

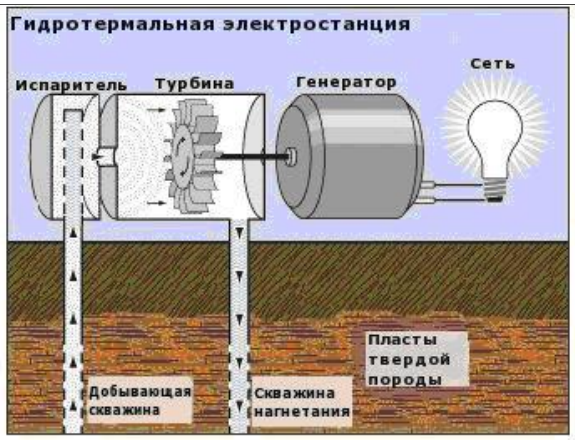
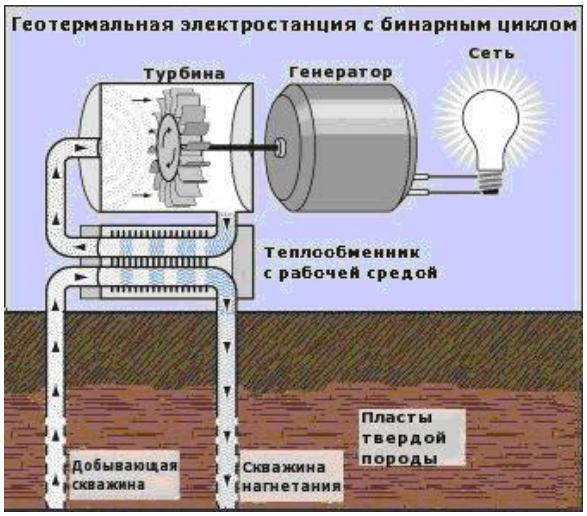
_____ – это природные запасы вещества и материалов, которые могут быть использованы для производства энергии.

65. Вставьте пропущенное слово (аббревиатура, все буквы заглавные):

_____ – это электростанция, состоящая из двух и более ветроэлектрических установок, предназначенная для преобразования энергии ветра в электрическую энергию и передачу ее потребителю

66. Перенести маркер с рисунка геотермальной установки на соответствующее пояснение:

Рисунки геотермальных установок для преобразование тепловой энергии земли в электрическую	Пояснение
А.  	**1.** Установка с бинарным циклом
Б.	

	**2.** Установка прямого способа для преобразования тепловой энергии земли в электрическую
В. 	**3.** Установка не прямого способа для преобразования тепловой энергии земли в электрическую

6 Вопросы для промежуточной аттестации на зачете

1. Дать понятие возобновляемым источникам энергии.
2. Дать понятие невозобновляемым источникам энергии.
3. Каковы на ваш взгляд перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии?
4. Каковы запасы и динамика потребления энергоресурсов?
5. Какова политика России в области нетрадиционных и возобновляемых источников энергии?
6. Какая доля экономического потенциала гидроэнергетических ресурсов освоена в России? В США?
7. В каких регионах России имеет перспективу строительство крупных ГЭС?
8. Какой формулой определяется мощность гидроэнергетической установки?

9. С чем связаны потери энергии при работе гидротурбины?
10. Перечислите типы гидротурбин.
11. Почему нежелательно использовать паротурбинные установки для покрытия пиков нагрузки в энергосистеме?
12. Как работают гидроаккумулирующие станции?
13. Как устроены приливные электростанции?
14. Как устроен обратимый капсульный гидроагрегат?
15. Какими способами можно использовать энергию морских волн?
16. Как определить механическую мощность ОТЭС в идеальном теоретическом цикле Карно?
17. Как определить расход тепловой воды потребляемой ОТЭС?
18. Как определить действительный КПД ОТЭС?
19. Где целесообразно размещать ветроэнергетические установки в Северо - Западном регионе России?
20. Какую предельную единичную мощность имеют современные ВЭУ?
21. Как устроена ветроэнергетическая установка?
22. Какой формулой определяется мощность ветроэнергетической установки?
23. Почему при работе ВЭУ на энергосистему необходим запас резервных мощностей?
24. Какую интенсивность имеет солнечное излучение?
25. Как устроены термоэлектрические преобразователи?
26. Как работает солнечная энергетическая установка с фотоэлектрическими преобразователями?
27. Охарактеризуйте проект солнечной космической электростанции.
28. Как устроены паротурбинные солнечные электростанции?
29. Что такое гелиостат?
30. Как реализуется солнечное теплоснабжение?
31. Как работает солнечная опреснительная установка?
32. В каких пределах изменяется интенсивность солнечного излучения на территории России?
33. Как определить площадь поверхности приемника солнечной электростанции башенного типа?
34. Как определить тепловые потери в нем, вызванные излучением и конвекцией?

35. Какие регионы России перспективны для освоения геотермальной энергии?

36. Как устроены одноконтурные ГеоТЭС?

37. Как устроены двухконтурные ГеоТЭС?

38. Почему необходимо закачивать в пласт воду, поступившую из геотермальных скважин?

39. На каких геотермальных месторождениях применяются паротурбинные установки с низкокипящим теплоносителем?

40. Какие преимущества имеет ГеоТЭС на смесевом теплоносителе?

41. Насколько реально использование океанских тепловых ресурсов?

42. Как реализуется теплоснабжение от геотермальных источников?

43. Какие проблемы тормозят развитие геотермальной энергетики?

44. Какие исходные данные необходимы, чтоба определить начальную температуру и количество геотермальной энергии водоносного пласта?

45. В каких единицах измеряется теплоемкость?

46. В каких единицах измеряется плотность?

47. Перечислите виды биотоплива.

48. Каковы запасы и перспективы энергетического использования древесины?

49. Каковы перспективы использования торфа в Северо - Западном регионе России?

50. Что такое биогаз?

51. Каковы возможности энергетического использования полевых культур?

52. Из чего получают синтетическое жидкое и газовое топливо?

53. Как устроены топки с кипящим с кипящим слоем?

54. В чем состоят особенности установок для сжигания иловых осадков?

55. Как устроены установки для сжигания твердых отходов?

56. Как определить объем биогазогенератора?

57. Как определить суточный выход биогаза в установке?

58. Что такое теплота сгорания топлива?

59. Какие отрасли народного хозяйства являются поставщиками вторичных энергетических ресурсов?

60. От чего зависит целесообразность и эффективность использования ВЭР?

61. Как определить теплосодержание отработавших в техпроцессе газов?

62. Какой металл используется в теплообменниках для отработавших газов?

63. Какие основные узлы включает схема паротурбинной установки для утилизации теплоты отходящих газов?

64. Опишите принцип работы котлов с многократной принудительной циркуляцией.

65. В чем отличие котлов на отходящих газах от обычных топочных?

66. Как устроены газотрубные котлы на отходящих газах?

67. Как используется теплота выхлопных газов газовых турбин в паро-газовых установках?

68. Как используется теплота испарительного охлаждения?

69. Почему при испарительном охлаждении недопустимо образование накипи в кессонах?

70. Как устроены установки для использования теплоты продукции из отходов?

71. В чем состоят особенности установок для использования теплоты жидких шлаков?

72. Как работают тепловые насосы?

73. Как устроена детандер-генераторная установка?

74. Какие преимущества имеет водородное топливо?

75. Как работают топливные элементы?

76. Каковы возможности энергосбережения в металлургии?

77. Какие неблагоприятные воздействия на объекты природной среды при энергетическом использовании биомассы имеют место?

78. Перечислите неблагоприятные воздействия биоэнергетики на экологию

5 Задачи к зачету для промежуточной аттестации

1 На крыше здания установлен пластинчатый приемник солнечной энергии проточного типа, который имеет поверхности F, м^{2}`. Коэффициент использования солнечной энергии $\eta_{пр}$. Облученность приемника E. Приемник освещается солнцем в течение суток $\tau_{осв}$.

В приемнике нагревается рабочее тело (вода). Вода направляется в систему теплоснабжения здания, тепловой мощностью $Q_{т.сн}$ и в аккумулятор тепловой энергии.

Определить:

– площадь поверхности приемника F, м^2;

Таблица – Исходные данные для задачи

Величина	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Коэффициент использования солнечной энергии $\eta_{пр}$	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78
Максимальная облученность приемника, E, Вт/м^2	550	575	580	585	590	600	610	620	615	605
Тепловая мощность системы теплоснабжения, $Q_{т.сн}$, кВт	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
Период освещения приемника, $\tau_{осв}$, час	5	6	4	6	7	5	6	7	5	4

Продолжение таблицы

Величина	Номер варианта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Коэффициент использования солнечной энергии $\eta_{пр}$	0,8	0,79	0,78	0,77	0,76	0,8	0,79	0,78	0,77	0,76
Максимальная облученность приемника, E, Вт/м^2	450	475	480	485	490	400	410	420	515	505
Тепловая мощность системы теплоснабжения, $Q_{т.сн}$	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	1,1	1,6	2,1	2,6	3,1

$_{н}$, кВт										
Период освещения приемника, $т_{осв}$, час	7	6	4	6	7	5	6	7	5	4

Окончание таблицы

Величина	Номер варианта									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Коэффициент использования солнечной энергии $\eta_{пр}$	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78
Максимальная облученность приемника, E, Вт/м^2	550	575	580	585	590	600	610	620	615	605
Тепловая мощность системы теплоснабжения, $Q_{т.с}$ $_{н}$, кВт	1,2	1,3	2,2	2,7	3,1	3,2	4,1	4,3	5,1	5,2
Период освещения приемника, $т_{осв}$, час	4	6	7	5	6	4	6	7	5	6

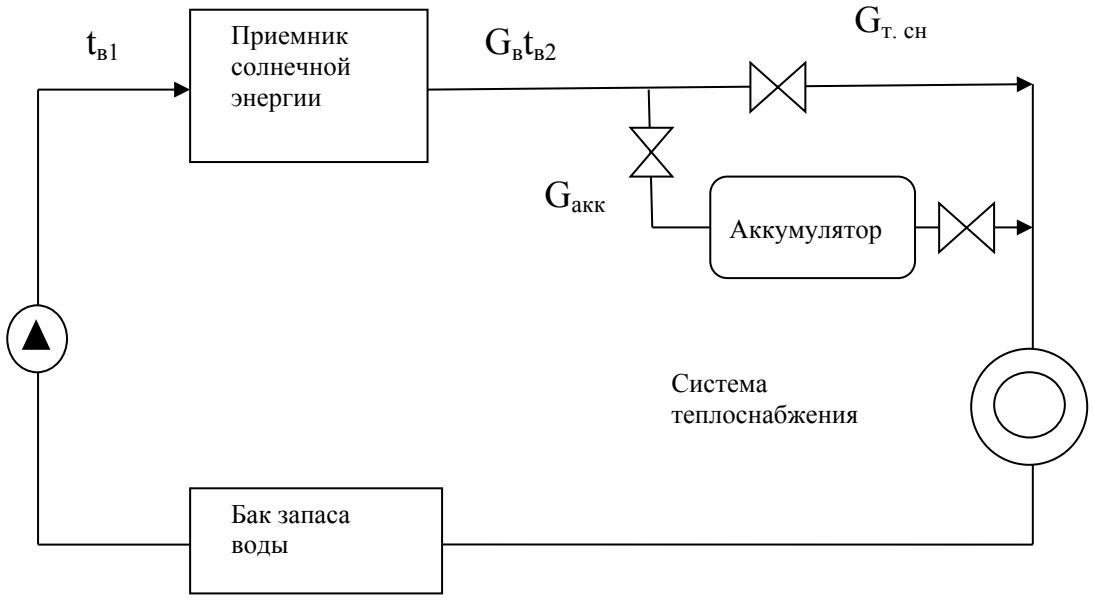


Рисунок – Принципиальная схема системы солнечного теплоснабжения здания