

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО

Директор института заочного образования

канд. пед. наук, доцент С.Е.Спесивцева
«20» Июль 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики, информационных технологий и управляющих систем

канд. техн. наук, доцент А.В. Белоусов
«20» Июль 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

ОБЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА

направление подготовки:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки:

Электроснабжение

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

**Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем
Кафедра электроэнергетики и автоматики**

Белгород 2021

Программа дисциплины составлена на основании требований:

▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом № 144 Министерства образования и науки Российской Федерации 28 февраля 2018 г.

▪ учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2021 году.

Составители: _____ (Н. В. Корнилова)

канд. техн. наук, доцент _____ (Е. В. Жилин)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматике

« 15 » мая 2021 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____ (А. В. Белоусов)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой электроэнергетики и автоматике

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____ (А. В. Белоусов)

« 15 » мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 20 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доцент _____ (А. Н. Семернин)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Технологические	ПК-4 Способен понимать принципы работы энергетического оборудования в структуре энергосистемы	ПК-4.2. Понимает способы получения тепловой и электрической энергии с применением невозобновляемых и возобновляемых энергетических ресурсов, применяет основные законы термодинамики для расчета параметров теплоэнергетического оборудования при получении различных видов энергии	<p>Знания: знать роль и место традиционных и источников энергии; основные физические явления, связанные с получением электрической и тепловой энергии; различные способы получения электрической и тепловой энергии; устройство, принцип действия базового технологического оборудования традиционной и нетрадиционной энергетики</p> <p>Умения: уметь анализировать процессы преобразования и использования энергии в различных ее формах; учитывать экологические проблемы создания новых и эксплуатацию существующих энергетических объектов; оценивать энергетические возможности региона по применению и использованию нетрадиционных источников энергии</p> <p>Навыки: владеть навыками пользования учебной, нормативной, справочной и методической литературой; навыками расчета, исследования, контроля и эксплуатации машин и элементов энергетического оборудования предприятий по профилю подготовки; навыками экспериментальной работы</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Компетенция ПК 4

Способен понимать принципы работы энергетического оборудования в структуре энергосистемы.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Особенности профессиональной деятельности
2	Общая энергетика
3	Энергоснабжение

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.

Форма промежуточной аттестации

Зачет

Вид учебной работы	Всего часов (семестр № 6)
Общая трудоёмкость дисциплины, час	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	8
лекции	4
лабораторные	2
практические	2
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	-
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	136
Курсовой проект	-
Курсовая работа	-
Расчетно-графическое задание	18
Индивидуальное домашнее задание	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	118
Зачет	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Энергоресурсы и их использование.				
1.1	Энергоресурсы и их использование, общие сведения. Классификация энергоресурсов. Невозобновляемые источники энергии. Органические топлива (горючие), их виды, свойства и способы использования.	-	-	-	6
1.2	Элементарный состав твердого и жидкого топлив. Зольность топлива. Влажность топлива. Газообразные топлива. Высшая и низшая теплота сгорания топлива. Понятие условного топлива.	2	2	-	10
2	Теоретические основы преобразования энергии в тепловых двигателях				
2.1	Основные понятия и исходные положения термодинамики. Внутренняя энергия и передача энергии. Работа расширения. Первый закон термодинамики.	-	-	-	6
2.2	Второй закон термодинамики. Энтропия. Прямой цикл Карно. Процесс парообразования, основные понятия и определения. Диаграмма водяного пара.	-	-	-	6
2.3	Циклы паротурбинных установок. Циклы Карно и Ренкина насыщенного водяного пара. Цикл Ренкина на перегретом паре. Основы теплопередачи, понятия теплопроводности, конвекции, радиации, .	-	-	-	6
3	Типы электрических станций. Гидроэнергетические установки.				
3.1	Типы электрических станций, их доля в общем производстве электроэнергии. Преимущества и недостатки различных типов электрических станций. Принципиальные схемы.	2	-	-	6
3.2	Гидроэнергетические установки. Схемы использования водной энергии и типы гидростанций. Воздействие ГЭС на окружающую среду. Классификация гидротурбин.	-	-	-	6
4	Котельные установки ТЭС. Паровые турбины.				
4.1	Паровые котлы и их схемы. Развитие конструкций котлов. Устройство современного парового котла. Технологическая схема котельной установки.	-	-	-	8
4.2	Основные виды котельных агрегатов. Принцип работы паровой котельной установки. Тепловой баланс котла, КПД котла по прямому и обратному балансу.	-	-	-	6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
4.3	Основные элементы котельного агрегата. Испарительные поверхности котла. Пароперегреватели. Водяные экономайзеры. Воздухоподогреватели. Вспомогательные устройства котельной установки.	-	-	-	6
4.4	Турбины, общие сведения. Классификация турбин, паровые турбины, активные и реактивные турбины. Применение турбин с регулируемым отбором пара.	-	-	-	8
4.5	Мощность и КПД турбины. Теплофикация, теплофикационный цикл в TS-диаграмме. Утилизация избыточной теплоты. Способы охлаждения сбросовой теплоты. Виды градирен, их принцип действия.	-	-	-	6
5	Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Энергосбережение в энергетике.				
5.1	Нетрадиционные возобновляемые источники энергии, их виды и перспективы развития, общие сведения. Состояние и перспективы их использования в России..	-	-	-	8
5.2	Солнечная энергетика. Параболические коллекторы. Солнечные электростанции башенного типа. Солнечные батареи.	-	-	2	10
5.3	Ветроэнергетика. Отрицательное воздействие ветроустановок на окружающую среду. Взаимодействие воздушного потока с лопастью ветроколеса. Классификация ветроустановок.	-	-	-	6
5.4.	Геотермальная энергия. Приливные электростанции. Гидроаккумулирующие электростанции. Солнечная энергия, аккумулированная океаном. Энергия биомассы.	-	-	-	6
5.5	Энергосбережение в энергетике. Социально-экологические аспекты энергосбережения. Утилизация вторичных (побочных) энергоресурсов. Экономия энергетических ресурсов. Ресурсосберегающие технологии.	-	-	-	6
	Итого	4	2	2	118

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий Курс 3 Семестр №6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Теоретические основы преобразования энергии в тепловых двигателях	Основные понятия и исходные положения термодинамики. Внутренняя энергия и передача энергии. Работа расширения	2	4
		Итого	2	4

4.3. Содержание лабораторных занятий

Курс 3 Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Нетрадиционные возобновляемые источники энергии.	Снятие вольт-амперной и энергетической характеристик фотоэлектрического модуля.	1	2
2	Нетрадиционные возобновляемые источники энергии.	Снятие зависимости тока короткого замыкания фотоэлектрического модуля от угла падения на его поверхность лучей света.	1	2
		Итого	2	4

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовой проект по программе не предусмотрен

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Расчетно-графическое задание (РГЗ) является заключительным этапом в изучении дисциплины. При его выполнении студент расширяет и закрепляет теоретические и практические знания, полученные при изучении дисциплины, овладевает навыками самостоятельного решения конкретных инженерных задач.

РГЗ – вид самостоятельной письменной работы, направленный на творческое освоение профильных профессиональных дисциплин (модулей) и выработку соответствующих профессиональных компетенций.

При оценке уровня выполнения РГЗ, в соответствии с поставленными целями для данного вида учебной деятельности контролируются следующие умения, навыки и компетенции:

- умение собирать и систематизировать практический материал;
- умение самостоятельно осмысливать проблему на основе существующих методик;
- умение логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы;
- умение проводить необходимые технические расчёты;
- способность создать содержательную презентацию выполненной работы.

Объем РГЗ составляет 10-15 страниц, в том числе графическую часть; трудоёмкость выполнения – 18 часов.

Примерные темы задач расчетно-графического задания:

1. Расчет баланса и температуры горения природного газа.
2. Расчет баланса и температуры горения твердого топлива.
3. Расчет мощности и выбор оборудования ветроэлектрической установки.
4. Расчет мощности и выбор оборудования солнечной электростанции.
5. Расчет выбросов при сгорании различных видов топлива и оценка экологического воздействия на окружающую среду
6. Составление теплового баланса котла и расчет его КПД по упрощенной методике Равича.

Примеры задач:

1. Определить состав рабочей массы челябинского угля марки БЗ, если состав его горючей массы: $C^g = 71,1\%$; $H^g = 5,3\%$; $S_a^c = (S_{op}^c + S_k^c)$; $N^g = 1,7\%$; $O^g = 20,0\%$; зольность сухой массы $A^c = 36\%$ и влажность рабочая $W^p = 18,0\%$.

2. Определить низшую и высшую теплоту сгорания рабочей массы кузнецкого угля марки Д, если состав его горючей массы: $C^g = 78,5\%$; $H^g = 5,6\%$; $S_a^p = 0,4\%$; $N^g = 2,5\%$; $O^g = 13,0\%$. Зольность сухой массы $A^c = 15,0\%$ и влажность рабочая $W^p = 12,0\%$.

3. Определить объем продуктов полного сгорания на выходе из топки, а также теоретический и действительный объемы воздуха, необходимые для сгорания 1 м^3 природного газа Ставропольского месторождения состава: $CO_2 = 0,2\%$; $CH_4 = 98,2\%$; $C_2H_6 = 0,4\%$; $C_3H_8 = 0,1\%$; $C_4H_{10} = 0,1\%$; $N_2 = 1,0\%$. Коэффициент избытка воздуха в топке $\alpha_T = 1,2$.

4. Определите расчетную мощность трехлопастной горизонтально-осевой установки с размахом лопастей 42 м, при расчетной скорости ветра 11 м/с и плотности воздуха $1,3 \text{ кг/м}^3$, а также оптимальную быстроходность и частоту вращения ветроколеса, об/мин., полагая $c_p = 0,35$. Определите номинальную мощность, частоту вращения и число пар полюсов прямоприводного синхронного генератора при номинальной частоте сети 50 Гц, если КПД генератора 85,9%.

5. На солнечной электростанции башенного типа установлено n гелиостатов, каждый из которых имеет поверхность $F_g \text{ м}^2$. Гелиостаты отражают солнечные лучи на приемник, на поверхности которого зарегистрирована максимальная энергетическая освещенность $H_{пр} = 2,5 \text{ МВт/м}^2$. Коэффициент отражения гелиостата $R_g = 0,8$, коэффициент поглощения приемника $A_{пр} = 0,95$. Максимальная облученность зеркала гелиостата $H_g = 600 \text{ Вт/м}^2$. Определить площадь поверхности приемника $F_{пр}$ и тепловые потери в нем, вызванные излучением и конвекцией, если рабочая температура теплоносителя составляет $t \text{ }^\circ\text{C}$. Степень черноты приемника $\epsilon_{пр} = 0,95$. Конвективные потери вдвое меньше потерь от излучения.

6. В топке котельного агрегата паропроизводительностью $D = 4,2 \text{ кг/с}$ сжигается природный газ Дашавского месторождения с низшей теплотой сгорания $Q_u^c = 35700 \text{ кДж/м}^3$. Определить в кДж/м^3 и процентах теплоту, полезно использованную в котлоагрегате, если известны натуральный расход топлива $B = 0,32 \text{ м}^3/\text{с}$, теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м^3 топлива, $V^0 = 9,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$, давление перегретого пара $p_{n,n} = 4 \text{ МПа}$, температура перегретого пара $t_{nn} = 400^\circ\text{C}$, температура питательной воды $t_{ng} = 130^\circ\text{C}$, температура воздуха в котельной $t_g = 30^\circ\text{C}$, температура поступающего в топку воздуха $t_g' = 230^\circ\text{C}$ и коэффициент избытка воздуха в топке $\alpha_T = 1,1$.

Требования по оформлению РГЗ:

Расчетно-графическое задание выполняется на стандартных листах формата А4. Размеры полей: сверху 15 мм; снизу 20 мм; слева 20 мм; справа 10 мм (без рамок). Лист заполняется с одной стороны. Все исправления и дополнения вносятся студентом только на полях или обратной стороне листа. Работа должна быть сброшюрована, страницы пронумерованы внизу по середине.

РГЗ содержит: задание, данные для расчета, полный расчет по каждому пункту задания с необходимыми пояснениями, диаграммами, графиками и вы-

водами. Изложение расчёта производится в следующей последовательности: приводится формула, подставляются числовые значения, указывается результат вычисления и единица измерения, которая проставляется без скобок. При многократном вычислении по одной формуле приводится только пример единичного расчёта.

Критерии оценивания индивидуального домашнего задания.

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена полностью согласно выданному заданию. Расчёты, представленные в расчетно-пояснительной записке, выполнены. Оформление работы полностью соответствует предъявляемым требованиям. В процессе защиты работы студентом демонстрируется понимание цели и задач расчета, знание методики расчета, расчетных зависимостей, способность анализировать результаты, полученные в ходе расчетов
4	Работа выполнена полностью согласно выданному заданию. Расчёты, представленные в расчетно-пояснительной записке, выполнены безошибочно. Оформление работы в целом соответствует предъявляемым требованиям. В процессе защиты работы студентом демонстрируется понимание цели и задач расчета, знание в целом методики расчета, основных расчетных зависимостей, допускаются незначительные неточности в ходе анализа результатов, полученных в ходе расчетов
3	Работа выполнена полностью согласно выданному заданию. Расчёты, представленные в расчетно-пояснительной записке, содержат незначительные ошибки. Оформление работы в целом соответствует предъявляемым требованиям. В процессе защиты работы студентом демонстрируется понимание цели и задач расчета, знание в целом методики расчета, допускаются незначительные неточности при описании основных расчетных зависимостей, анализ результатов, полученных в ходе расчетов, проводится только при помощи преподавателя
2	Работа выполнена не полностью и/или не соответствует выданному заданию. Расчёты, представленные в расчетно-пояснительной записке, содержат существенные ошибки. Оформление работы не соответствует предъявляемым требованиям. В процессе защиты работы студентом не демонстрируется понимание цели и задач расчета, студент не знает методику расчета, допускаются ошибки при описании основных расчетных зависимостей

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация осуществляется после завершения изучения дисциплины в конце четвертого семестра в форме зачета.

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ПК 4

Способен понимать принципы работы энергетического оборудования в структуре энергосистемы.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК 4	Защита лабораторных работ; решение задач на практических занятиях; защита расчетно-графического задания; зачет

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Энергоресурсы и их использование. (ПК-4.2.)	<ol style="list-style-type: none">1. Энергоресурсы и их использование. Общие сведения.2. Невозобновляемые источники энергии. Органические топлива (горючие).3. Элементарный состав твердого и жидкого топлив. Зольность топлива. Влажность топлива.4. Газообразные топлива. Их свойства и характеристики.5. Высшая и низшая теплота сгорания топлива. Понятие условного топлива.
2	Теоретические основы преобразования энергии в тепловых двигателях (ПК-4.2.)	<ol style="list-style-type: none">6. Основные понятия и исходные положения термодинамики.7. Работа расширения. Первый закон термодинамики.8. Второй закон термодинамики. Энтропия.9. Прямой цикл Карно. Процесс парообразования. Диаграмма водяного пара.10. Циклы паротурбинных установок. Цикл Ренкина. Основы теплопередачи.
3	Типы электрических станций. Гидроэнергетические установки. (ПК-4.2.)	<ol style="list-style-type: none">11. Типы электрических станций, их доля в общем производстве электроэнергии.12. Преимущества и недостатки различных типов электрических станций. Принципиальные схемы.13. Гидроэнергетические установки. Схемы использования водной энергии и типы гидростанций.14. Воздействие ГЭС на окружающую среду. Классификация гидротурбин.
4	Котельные установки ТЭС. Паровые турбины. (ПК-4.2.)	<ol style="list-style-type: none">15. Развитие конструкций котлов. Устройство современного парового котла.16. Основные виды котельных агрегатов. Устройство современного водогрейного котла.17. Принцип работы паровой котельной установки.18. Тепловой баланс и КПД котла.19. Основные элементы котельного агрегата. Испарительные поверхности котла.20. Пароперегреватели. Водяные экономайзеры. Воздухоподогреватели.21. Вспомогательные устройства котельной установки.22. Классификация турбин, активные и реактивные турбины. Применение турбин с регулируемым отбором пара.23. Мощность и КПД турбины. Теплофикация, теплофикационный цикл в TS-диаграмме.24. Утилизация избыточной теплоты. Способы охлаждения сбросовой воды.
5	Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Энергосбережение в энергетике. (ПК-4.2.)	<ol style="list-style-type: none">25. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Состояние и перспективы их использования в России.26. Солнечная энергетика. Параболические коллекторы.27. Солнечные электростанции башенного типа. Солнечные батареи.

		<p>28. Ветроэнергетика. Отрицательное воздействие ветроустановок на окружающую среду.</p> <p>29. Взаимодействие воздушного потока с лопастью ветроколеса. Классификация ветроустановок.</p> <p>30. Геотермальная энергия. Приливные электростанции.</p> <p>31. Гидроаккумулирующие электростанции.</p> <p>32. Солнечная энергия, аккумулированная океаном. Энергия биомассы.</p> <p>33. Энергосбережение в энергетике. Социально-экологические аспекты энергосбережения.</p> <p>34. Утилизация вторичных (побочных) энергоресурсов.</p> <p>35. Экономия энергетических ресурсов. Ресурсосберегающие технологии.</p>
--	--	---

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Защита курсового проекта по программе не предусмотрена

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме собеседования во время проведения практических занятий, выполнения и защиты РГЗ; защиты лабораторных работ.

Практические (семинарские) занятия

Практические занятия проводятся в форме самостоятельного решения типовых задач (перечень приведен в заданиях к экзамену), в соответствии с изученным теоретическим материалом с последующим обсуждением полученных результатов. При этом используются профессиональные термины и понятия, проводится аналогия методов, изученных в рамках теоретического материала с конкретной практической задачей, выявляются взаимосвязи между отдельными изучаемыми разделами, проводится сравнение между планируемыми и фактическими результатами.

Каждая практическая работа выполняется студентами в ходе учебного занятия или во время, отведённое на самостоятельную внеаудиторную работу студента после изучения соответствующей темы.

Промежуточной аттестацией по итогам практических занятий является **зачет**.

Типовые задания для работы на практических занятиях.

1. Давление в паровом котле $P = 0,4$ бар при барометрическом давлении 725 мм рт. ст. Чему будет равно избыточное давление в котле, если показание барометра повысится до 785 мм рт. ст., а состояние пара в котле останется прежним? Барометрическое давление приведено к 0 °С.

2. Ртутный вакуумметр, присоединенный к сосуду, показывает разрежение 420 мм при температуре ртути в вакуумметре $t = 20$ °С. Давление атмосферы по

ртутному барометру 768 мм при температуре $t = 18^{\circ}\text{C}$. Определить абсолютное давление в сосуде.

3. Определить абсолютное давление газа в сосуде, если показание ртутного манометра равно 500 мм рт. ст., а атмосферное давление по ртутному барометру составляет 750 мм. Температура воздуха в месте установки приборов равна 0°C .

4. Определить абсолютное давление в паровом котле, если манометр показывает 2,45 бар, а атмосферное давление по ртутному барометру составляет 700 мм при $t = 20^{\circ}\text{C}$.

5. Определить абсолютное давление в конденсаторе паровой турбины, если показание присоединенного к нему ртутного вакуумметра равно 705 мм рт. ст., а показание ртутного барометра, приведенное к 0°C , 747 мм. Температура воздуха в месте установки приборов $t = 20^{\circ}\text{C}$.

6. Разрежение в газоходе парового котла измеряется тягомером с наклонной трубкой. Угол наклона трубки $\alpha = 30^{\circ}$. Длина столба воды, отсчитанная по шкале, 160 мм. Определить абсолютное давление газов, если показание ртутного барометра, приведенное к 0°C составляет, 740 мм.

7. Присоединенный к газоходу парового котла тягомер показывает разрежение, равное 80 мм вод. ст. Определить абсолютное давление дымовых газов, если показание барометра при температуре 0°C равно 770 мм рт. ст.

8. Определить абсолютное давление в газоходе котельного агрегата при помощи тягомера с наклонной трубкой. Жидкость, используемая в тягомере, спирт с плотностью $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$. Отсчет по наклонной шкале 200 мм. Угол наклона трубки $\alpha = 30^{\circ}$. Барометрическое давление 745 мм рт. ст. (приведено к 0°C).

9. Определить абсолютное давление в газоходе котельного агрегата при помощи тягомера с наклонной трубкой. Жидкость, используемая в тягомере, спирт с плотностью $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$. Отсчет по наклонной шкале 200 мм. Угол наклона трубки $\alpha = 30^{\circ}$. Барометрическое давление 745 мм рт. ст. (приведено к 0°C).

10. Определить массу углекислого газа, содержащегося в сосуде объемом 4 м^3 при $t = 80^{\circ}\text{C}$. Давление газа по манометру равно 0,4 бар. Барометрическое давление 780 мм рт. ст.

Лабораторные занятия

В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Лабораторная работа №1 Снятие вольт-амперной и энергетической характеристик фотоэлектрического модуля. (ПК-4.2.)	<ol style="list-style-type: none"> 1. В каких двух состояниях снимается вольт - амперная характеристика фотоэлектрического модуля? 2. Что такое коэффициент заполнения вольт – амперной характеристики? 3. Что произойдет если к фотоэлектрическому модулю приложить напряжение обратной полярности? 4. Как определить напряжение холостого хода и ток короткого замыкания фотоэлектрического модуля по вольт – амперной характеристике? 5. При каких параметрах вольт – амперной характеристики определяется КПД и номинальная мощность фотоэлектрического модуля?
2.	Лабораторная работа №2 Снятие зависимости тока короткого замыкания фотоэлектрического модуля от угла падения на его поверхность лучей света. (ПК-4.2.)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое ток короткого замыкания и напряжение холостого хода фотоэлектрического модуля? 2. При каких параметрах рассчитывается ток короткого замыкания фотоэлектрического модуля? 3. Как связана энергетическая освещенность и ток короткого замыкания? 4. Объясните физическую природу зависимости выходной мощности солнечного элемента от температуры? 5. Как зависит ток короткого замыкания фотоэлектрического модуля от угла падения на его поверхность лучей света?

Критерии оценивания лабораторной работы.

Оценка	Критерии оценивания
5	Измерения проведены без ошибок, работа выполнена полностью. Студент твердо владеет теоретическим материалом, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные выводы, сопоставляет экспериментальные и расчетные данные, предлагает пути улучшения результатов; представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.
4	Измерения проведены без ошибок, работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные выводы, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Измерения проведены без ошибок, работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на допустимом уровне, может допускать ошибки при описании теории, испытывает затруднения при анализе полученных результатов измерения, ошибается при ответе на дополнительные вопросы.
2	Работа выполнена не полностью или допущены ошибки при проведении измерений. Студент не владеет теоретическим материалом, не понимает сути проделанной работы

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: не зачтено, зачтено.

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-4.2. Понимает способы получения тепловой и электрической энергии с применением невозобновляемых и возобновляемых энергетических ресурсов, применяет основные законы термодинамики для расчета параметров теплоэнергетического оборудования при получении различных видов энергии	
Знания	Знание терминов, определений, понятий, применяемых при изучении материала
	Знание основных закономерностей процессов и явлений
	Полнота ответов на вопросы для подготовки к зачету (зачет включает ответы на вопросы к РГЗ, защита лабораторных работ, вопросы для подготовки к зачету)
	Четкость изложения и интерпретация знаний
Умения (выполнение РГЗ, выполнение лабораторных работ)	Умение пользоваться приборами и оборудованием
	Полнота выполненного расчетно-графического задания
	Правильность применения теоретического материала
	Умение применять законы термодинамики для решения практических задач
	Самостоятельность выполнения задания
	Умение делать выводы по результатам выполнения лабораторных работ
	Качество оформления задания
Навыки	Выбор методики выполнения задания с учетом исходных данных
	Владение навыками эксплуатации приборов и оборудования
	Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
	Владеть навыками обработки информации
	Владение навыками приобретенных знаний при решении практических задач

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

При промежуточной аттестации в форме **зачета**:

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Знание терминов, определений, понятий применяемых при изучении материалов	Не знает терминов, определений и понятий, используемых при изучении дисциплины	Знает термины, определения и понятия, используемые при изучении дисциплины
Знание основных закономерностей процессов и явлений	Не знает основные законы, явления термодинамики и их взаимосвязь	Знает в полном объеме основные законы, явления термодинамики и их взаимосвязь

Полнота ответов на вопросы	Не может полностью или частично ответить на вопросы к РГЗ, защите лабораторных работ	Знает в полном объеме ответы на вопросы к РГЗ, защите лабораторных работ
Четкость изложения и интерпретация знаний	Четкость изложения материала отсутствует	В полном объеме знает приборы и методы измерения энергетических величин, знает основы теории погрешностей измерений.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Умение пользоваться приборами и оборудованием	Не умеет самостоятельно пользоваться приборами и оборудованием	Показывает уверенное знание приборов и оборудования, умение пользоваться ими без посторонней помощи
Полнота выполненного индивидуального домашнего задания	Имеются существенные ошибки при использовании общей методики выполнения задания	Выполненные расчеты ИДЗ соответствуют варианту задания. Имеет четкое представление о методах расчета; об основных свойствах и характеристиках, рассматриваемых в задании материалах
Правильность применения теоретического материала	При применении теоретического (лекционного) материала допускаются ошибки, относящиеся к выполнению заданий	Теоретический (лекционный) материал применяется и интерпретируется правильно при выполнении заданий
Умение применять законы электротехники и электроники для решения практических задач	Не умеет применять законы термодинамики для решения практических задач	Показывает умение самостоятельно использовать законы термодинамики для расчета параметров теплоэнергетического оборудования при получении различных видов энергии
Самостоятельность выполнения задания	Не может выполнить решение задачи на практическом занятии, в том числе и с дополнительной помощью	Самостоятельно выполняет расчеты на практическом занятии
Умение делать выводы по результатам выполнения лабораторных работ	С трудом справляется с обработкой результатов выполнения лабораторных работ, не может сформулировать вывод	Самостоятельно справляется с обработкой результатов выполнения лабораторных работ, показывает умение грамотно сформулировать вывод по полученным результатам
Качество оформления задания	Оформление ИДЗ частично или полностью не соответствует предъявляемым требованиям	Оформление РГЗ полностью соответствует предъявляемым требованиям

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Выбор методики выполнения задания с учетом исходных данных	Неверно выбрана методика выполнения индивидуального домашнего задания	Методика выполнения задания выбрана верно с учетом исходных данных
Анализ и обоснование результатов решения задач	Не произведен анализ результатов решения задач	Произведен анализ результатов решения задач РГЗ, сделаны выводы. Результаты работы обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники
Владение навыками эксплуатации приборов и оборудования	Эксплуатирует приборы и электротехническое оборудование с посторонней помощью	Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования без посторонней помощи
Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям	Владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
Владеть навыками обработки информации	С дополнительной помощью обрабатывает и не интерпретирует результаты измерений	Сформированы устойчивые навыки обработки и интерпретации результатов измерений
Владение навыками приобретенных знаний при решении практических задач	Допущены принципиальные ошибки (перепутаны формулы, нарушена последовательность вычислений, отсутствует перевод физических величин в систему СИ и т.д.).	Полное выполнение всего объема работы, отсутствие существенных ошибок при вычислениях и построениях графиков и рисунков, грамотное и аккуратное выполнение всех заданий, наличия вывода.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

Лекционные занятия - аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, доской для рисования маркером, проекционным оборудованием.

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
2	Учебная аудитория для проведения практических занятий, лабораторных работ, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Практические занятия - аудитория, оснащенная письменными столами, доской для рисования маркером, проекционным оборудованием.

		Лабораторные занятия - специализированная лаборатория оснащенная стендами для проведения лабораторных работ: Модель фотоэлектрической солнечной электростанции МФЭСЭ.003 РБЭ (964.з).
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
4	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика (Производство тепловой и электрической энергии): учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. 140600 – Электротехника, электромеханика и электротехнологии и 140200 – Электроэнергетика / Г.Ф. Быстрицкий, Г.Г. Гасангаджиев, В.С. Кожиченков. – 2-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2014. – 403 с.

2. Сибикин, Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учеб. пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.: КНОРУС, 2010. – 228 с.

3. Алхасов, А. Б. Возобновляемые источники энергии: учеб. пос. для студ. вузов / А.Б. Алхасов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2011. – 270 с.

4. Быстрицкий, Г.Ф. Справочная книга по энергетическому оборудованию предприятий и общественных зданий [Электронный ресурс]: справ. пособ. / Г. Ф. Быстрицкий, Э. А. Киреева. – М.: Машиностроение, 2012. – 592 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18538.html>.

5. Сибикин, М.Ю. Технология энергосбережения[Электронный ресурс]: учебник / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.; Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 352 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253968>.

6. Крежевский, Ю.С. Общая энергетика[Электронный ресурс]: учебно-практ.пособ. /Ю.С.Крежевский– Ульяновск: УлГТУ, 2014. – 110 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363480>.

7. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник / Под общ. ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 623 с. (Серия Теплоэнергетика и теплотехника, кн. 4).

8. Роза, А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: учеб. пособие / А. да Роза; ред. С. П. Малышенко, О.С. Попель; пер. с англ. Д.О. Лазарев. – Долгопрудный: Издательский Дом "Интеллект"; М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 704 с.

9. Черкасова, Н.И. Общая энергетика (курс лекций): Учебное пособие для студентов специальности 100400. – 2-е изд. – Рубцовск: Рубцовский индустриальный институт, 2010. – 161 с.

10. Шульц, Т. А. Теплоэнергетическое оборудование и энергосбережение [Электронный ресурс]: Учеб. пособие/ Т. А. Шульц. – М.: МИСиС, 2007. – 252 с. – Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/6580>.

11. Кудинов, А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина. – М.: Машиностроение, 2011. – 374 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2014>.

12. Щинников, П.А. Перспективные ТЭС: особенности и результаты исследования [Электронный ресурс]: монография / П.А. Щинников. – Новосибирск: НГТУ, 2007. – 284 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436259>.

13. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]: уч.пособ. / А.Б. Алхасов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2016. – 271 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55952.html>.

14. Общая энергетика [Электронный ресурс]: учебник: в 2 кн. / В.П. Горелов, С.В. Горелов, В.С. Горелов и др.; под ред. В.П. Горелова, Е.В. Ивановой. – М.; Берлин: Директ-Медиа, 2016. - Кн. 1. Альтернативные источники энергии. – 434 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447693>.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Справочно-информационный центр [Сайт]: Министерства энергетики Российской Федерации [2018]. URL: <http://gisee.ru/articles/> (дата обращения: 24.03.2018).

2. «Энергоэффективная Россия. РФ». Интернет-портал о современных технологиях энергосбережения и повышении энергетической эффективности [Сайт]: Национальный союз энергосбережения [2001-2014]. URL: <http://www.energy2020.ru/> (дата обращения: 24.03.2018).

3. Портал по энергосбережению «Энергосовет» [Сайт]: Координационный совет Президиума Генерального совета Всероссийской политической партии «ЕДИНАЯ РОССИЯ» по вопросам энергосбережения и повышения энергетической эффективности; НП «Энергоэффективный город» [2006-2018] URL: <http://www.energsovet.ru/> (дата обращения: 24.03.2018).

4. Альтернативная энергия: Альтернативная энергетика, возобновляемые источники энергии, энергетические ресурсы планеты [Сайт]. URL: <https://alternativenergy.ru> (дата обращения: 24.03.2018).

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____/20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО