

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики, информационных
технологий и управляющих систем

канд. техн. наук, доцент  А. В. Белоусов

« 20 »  2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

ОБЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА

направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электроснабжение

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

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

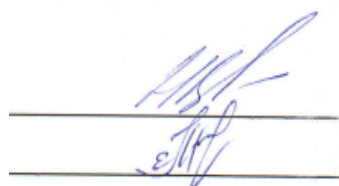
Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 144 от 28 февраля 2018 г.;
- плана учебного процесса БГТУ им. В. Г. Шухова, введенного в действие в 2019 году.

Составители:

канд. техн. наук, доцент



Н. В. Корнилова

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. Семерин

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>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>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>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. 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 № 3)
Общая трудоёмкость дисциплины, час	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	71
лекции	34
лабораторные	17
практические	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	73
Курсовой проект	-
Курсовая работа	-
Расчетно-графическое задание	18
Индивидуальное домашнее задание	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	55
Зачет	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 Семестр 3

№ 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.	2	-	-	2
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	2	4
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.	2	-	-	2
2.2	Второй закон термодинамики. Энтропия. Прямой цикл Карно. Процесс парообразования, основные понятия и определения. Диаграмма водяного пара.	2	2	-	4
2.3	Циклы паротурбинных установок. Циклы Карно и Ренкина насыщенного водяного пара. Цикл Ренкина на перегретом паре. Основы теплопередачи, понятия теплопроводности, конвекции, радиации, .	2	2	-	4
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	2	-	4
3.2	Гидроэнергетические установки. Схемы использования водной энергии и типы гидростанций. Воздействие ГЭС на окружающую среду. Классификация гидротурбин.	2	-	-	2
4	Котельные установки ТЭС. Паровые турбины.				
4.1	Паровые котлы и их схемы. Развитие конструкций котлов. Устройство современного парового котла. Технологическая схема котельной установки.	2	-	-	2
4.2	Основные виды котельных агрегатов. Принцип работы паровой котельной установки. Тепловой баланс котла, КПД котла по прямому и обратному балансу.	2	2	-	4

№ 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.	2	-	-	2
4.4	Турбины, общие сведения. Классификация турбин, паровые турбины, активные и реактивные турбины. Применение турбин с регулируемым отбором пара.	2	-	-	2
4.5	Мощность и КПД турбины. Теплофикация, теплофикационный цикл в TS-диаграмме. Утилизация избыточной теплоты. Способы охлаждения сбросовой теплоты. Виды градирен, их принцип действия.	2	2	-	3
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..	2	-	-	2
5.2	Солнечная энергетика. Параболические коллекторы. Солнечные электростанции башенного типа. Солнечные батареи.	2	2	11	8
5.3	Ветроэнергетика. Отрицательное воздействие ветроустановок на окружающую среду. Взаимодействие воздушного потока с лопастью ветроколеса. Классификация ветроустановок.	2	2	6	6
5.4.	Геотермальная энергия. Приливные электростанции. Гидроаккумулирующие электростанции. Солнечная энергия, аккумулированная океаном. Энергия биомассы.	2	-	-	2
5.5	Энергосбережение в энергетике. Социально-экологические аспекты энергосбережения. Утилизация вторичных (побочных) энергоресурсов. Экономия энергетических ресурсов. Ресурсосберегающие технологии.	2	-	-	2
	Итого	34	17	17	58

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий Курс 2 Семестр №3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Энергоресурсы и их использование.	Состав топлива, пересчет состава топлива с одной массы на другую. Расчет приведенных характеристик топлива.	3	3
2	Теоретические основы преобразования энергии в тепловых	Второй закон термодинамики. Энтропия. Прямой цикл Карно. Процесс парообразования. Диаграмма водяного пара.	2	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
	двигателях			
3	Теоретические основы преобразования энергии в тепловых двигателях	Циклы паротурбинных установок. Цикл Ренкина. Основы теплопередачи.	2	2
4	Типы электрических станций. Гидроэнергетические установки.	Преимущества и недостатки различных типов электрических станций. Принципиальные схемы.	2	2
5	Котельные установки ТЭС. Паровые турбины.	Тепловой и эксергетический балансы котельного агрегата.	2	2
6	Котельные установки ТЭС. Паровые турбины.	Мощность и КПД турбины. Теплофикация, теплофикационный цикл в TS-диаграмме.	2	2
7	Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Энергосбережение в энергетике.	Солнечная энергетика. Анализ характеристик фотоэлектрического модуля.	2	2
8	Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Энергосбережение в энергетике.	Ветроэнергетика. Характеристики ветроэлектрогенератора.	2	2
		Итого	17	17

4.3. Содержание лабораторных занятий

Курс 2 Семестр № 3

№ 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.	4	4
2	Нетрадиционные возобновляемые источники энергии.	Снятие зависимости тока короткого замыкания фотоэлектрического модуля от угла падения на его поверхность лучей света.	4	4
3	Нетрадиционные возобновляемые источники энергии.	Снятие зависимости напряжения холостого хода фотоэлектрического модуля от его температуры.	3	3
4	Нетрадиционные возобновляемые источники энергии.	Снятие зависимости частоты вращения ветротурбины от скорости ветра при максимальном значении мощности синхронного генератора.	4	4
5	Нетрадиционные возобновляемые источники энергии.	Определение зависимостей мощности синхронного генератора и момента ветротурбины от частоты вращения при постоянной скорости ветра.	2	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
		Итого	17	17

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: $C^r = 71,1\%$; $H^r = 5,3\%$; $S_{\text{л}}^c = (S_{\text{оп}}^c + S_{\text{к}}^c)$; $N^r = 1,7\%$; $O^r = 20,0\%$; 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: $C^r = 78,5\%$; $H^r = 5,6\%$; $S_{\text{л}}^p = 0,4\%$; $N^r = 2,5\%$; $O^r = 13,0\%$. 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 м³ природного газа Ставропольского месторождения состава: CO₂=0,2%; CH₄=98,2%; C₂H₆=0,4%; C₃H₈=0,1%; C₄H₁₀=0,1%; N₂=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 кг/м куб., 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_T м². Гелиостаты отражают солнечные лучи на приемник, на поверхности которого зарегистрирована максимальная энергетическая освещенность $H_{пр}=2,5$ МВт/м². Коэффициент отражения гелиостата $R_T=0,8$. коэффициент поглощения приемника $A_{пр}=0,95$. Максимальная облученность зеркала гелиостата $H_T=600$ Вт/м². Определить площадь поверхности приемника $F_{пр}$ и тепловые потери в нем, вызванные излучением и конвекцией, если рабочая температура теплоносителя составляет t °С. Степень черноты приемника $\epsilon_{пр}=0,95$. Конвективные потери вдвое меньше потерь от излучения.

В топке котельного агрегата паропроизводительностью $D=4,2$ кг/с сжигается природный газ Дашавского месторождения с низшей теплотой сгорания $Q_n^c=35700$ кДж/м³. Определить в кДж/м³ и процентах теплоту, полезно использованную в котлоагрегате, если известны натуральный расход топлива $B=0,32$ м³/с, теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ топлива, $V^0=9,5$ м³/м³, давление перегретого пара $p_{n,n}=4$ МПа, температура перегретого пара $t_{nn}=400$ °С, температура питательной воды $t_{ne}=130$ °С, температура воздуха в котельной $t_g=30$ °С, температура поступающего в топку воздуха $t'_g=230$ °С 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 выводами. 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. Расчеты, 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

Оценка	Критерии оценивания
4	Работа выполнена полностью согласно выданному заданию. Расчеты, 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. Расчеты, 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. Расчеты, 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.	<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	<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.	<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.	<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.	<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 $t = 18$ °С. 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 м³ при $t = 80^\circ\text{C}$. Давление газа по манометру равно 0,4 бар. Барометрическое давление 780 мм рт. ст.
11. В воздухоподогреватель парового котла подается вентилятором 130 000 м³/ч воздуха при температуре 30°C. Определить объемный расход воздуха на выходе из воздухоподогревателя, если нагрев его производится до 400°C при постоянном давлении.
12. Определить плотность и удельный объем водяного пара при нормальных условиях, принимая условно, что в этом состоянии пар будет являться идеальным газом.
13. Массовые доли кислорода и азота в атмосферном воздухе соответственно равны 0,232 и 0,768. Определить объемные доли кислорода и азота, газовую постоянную и молекулярную массу воздуха, парциальные давления кислорода и азота, если давление воздуха по барометру 760 мм рт. ст.
14. В закрытом сосуде объемом 300 л находится воздух при давлении 8 бар и температуре 20°C. Какое количество тепла необходимо подвести для того, чтобы температура воздуха поднялась до 120°C? Задачу решить, принимая теплоемкость воздуха постоянной, а так же учитывая зависимость теплоемкости от температуры. Определить относительную ошибку, получаемую в первом случае.
15. В регенеративном подогревателе газовой турбины воздух нагревается от 150 до 600°C. Определить количество тепла, сообщенное воздуху в единицу времени, если расход его составляет 360 кг/ч. Зависимость теплоемкости от температуры принять нелинейной.
16. Продукты сгорания топлива поступают в газоход парового котла при температуре газов 1100°C и покидают газоход при температуре 700°C. Состав газов по объему: CO₂ =11%, O₂ =6%, H₂O=8%, N₂ =75%. Определить, какое количество тепла теряет 1 м³ газовой смеси, взятой при нормальных условиях.
17. Определить часовой расход топлива, который необходим для работы паровой турбины мощностью 25 МВт, если теплота сгорания топлива 33,85 МДж/кг и известно, что на превращение тепловой энергии в механическую используется только 35% тепла сожженного топлива.
18. Мощность турбогенератора 12000 кВт, КПД генератора 0,97. Какое количество воздуха нужно пропустить через генератор для его охлаждения, если конечная температура воздуха не должна превышать 55°C? Температура в машинном отделении равна 20°C;

- среднюю теплоемкость воздуха принять равной $1,0 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$.
19. Теплоемкость газа при постоянном давлении опытным путем может быть определена в проточном калориметре. Для этого пропускают через трубопровод исследуемый газ и нагревают его электронагревателем. При этом измеряют количество газа, пропускаемого через трубопровод, температуры газа перед и за электронагревателем и расход электроэнергии. Давление воздуха в трубопроводе принимают неизменным. Определить теплоемкость воздуха при постоянном давлении методом проточного калориметрирования, если расход воздуха через трубопровод 690 кг/ч , мощность электронагревателя $0,5 \text{ кВт}$, температура воздуха перед электронагревателем 18°C , а температура воздуха за электронагревателем $20,6^\circ\text{C}$.
 20. В котельной электростанции за 10 часов работы сожжено 100 т каменного угля с теплотой сгорания 29300 кДж/кг . Определить количество выработанной электроэнергии и среднюю мощность станции, если КПД процесса преобразования тепловой энергии в электрическую составляет 20% .
 21. Продукты сгорания из газохода парового котла в количестве 400 кг/ч при температуре 900°C должны быть охлаждены до 500°C и направлены в сушильную установку. Газы охлаждаются смешением газового потока с потоком воздуха при температуре 20°C . Давление в обоих газовых потоках одинаковое. Определить часовой расход воздуха, если принять, что $R_{\text{газа}}=R_{\text{воздуха}}$, теплоемкость продуктов сгорания равна теплоемкости воздуха.
 22. Какое количество тепла необходимо затратить, чтобы нагреть 2 м^3 воздуха при постоянном избыточном давлении 2 бар от 100 до 500°C ? Какую работу при этом совершит воздух? Давление атмосферы принять равным 760 мм рт. ст.
 23. В цилиндре находится воздух при давлении 5 бар и температуре 400°C . От воздуха отнимается тепло при постоянном давлении таким образом, что в конце процесса устанавливается температура 0°C . Объем цилиндра, в котором находится воздух, равен 400 л . Определить количество отнятого тепла, конечный объем, изменение внутренней энергии и совершенную работу сжатия. Зависимость теплоемкости от температуры считать нелинейной.
 24. Определить, какая часть тепла, подводимого к газу в изобарном процессе, расходуется на работу и какая - на изменение внутренней энергии.
 25. К газообразным продуктам сгорания, находящимся в цилиндре двигателя внутреннего сгорания, подводится при постоянном давлении столько тепла, что температура смеси поднимается с 500 до 1900°C . Массовый состав газовой смеси следующий: $\text{CO}_2 = 15\%$; $\text{O}_2 = 5\%$; $\text{H}_2\text{O} = 6\%$; $\text{N}_2 = 74\%$. Определить количество тепла, подведенное к 1 кг газообразных продуктов сгорания, считая теплоемкость нелинейно зависящей от температуры.
 26. 20 м^3 воздуха при давлении 1 бар и температуре 18°C сжимаются по политропе до давления 8 бар , причем показатель политропы равен $1,25$. Какую работу надо затратить для получения 1 м^3 сжатого воздуха и какое количество тепла отводится при сжатии?

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.	<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.	<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?
3.	Лабораторная работа №3 Снятие зависимости напряжения холостого хода фотоэлектрического модуля от его температуры.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое ток короткого замыкания и напряжение холостого хода фотоэлектрического модуля? 2. Объясните физическую природу зависимости выходной мощности солнечного элемента от температуры? 3. Почему нагрев солнечной батареи приводит к изменению напряжения холостого хода? 4. Объясните процессы, происходящие в фотоэлементе при увеличении его температуры?
4.	Лабораторная работа №4 Снятие зависимости частоты вращения ветротурбины от скорости ветра при максимальном значении мощности синхронного генератора.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое характеристика холостого хода синхронного генератора? 2. Что такое внешняя характеристика синхронного генератора? 3. Что такое регулировочная характеристика синхронного генератора? 4. Каким образом можно получить внешнюю характеристику синхронного генератора? 5. Каким образом ЭДС генератора связано с током возбуждения. 6. Как характер нагрузки генератора влияет на регулировочную нагрузку?
5.	Лабораторная работа №5 Определение зависимостей мощности синхронного генератора и момента ветротурбины от частоты вращения при постоянной скорости ветра.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Каким образом осуществляется контроль скорости ветротурбины? 2. Каким образом осуществляется контроль выходной мощности? 3. От чего зависит выработка электроэнергии в ветроэнергетических установках с фиксированной скоростью? 4. Что произойдет, если скорость ветра превышает номинальную скорость, при которой работает генератор? 5. Назовите преимущества и недостатки синхронного генератора в качестве генератора ветроэнергетической установки?

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
Знания	Знание терминов, определений, понятий, применяемых при изучении материала
	Знание основных закономерностей процессов и явлений
	Полнота ответов на вопросы для подготовки к зачету (<u>зачет</u> 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

задач		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	Полное выполнение всего объема работы, отсутствие существенных ошибок при вычислениях и построениях графиков и рисунков, грамотное и аккуратное

	систему СИ и т.д.).	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: 1. Натурная модель ветроэлектрогенератора ГалСен НЭЭ2-ВЭГ-Н-Р 2. 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	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права

		пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	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>.

1. 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).

2. 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.

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

4. 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>.

5. 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>.

6. 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>.

7. 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>.

8. 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. «ЭнергоэффективнаяРоссия.РФ». Интернет-портал о современных техно-логиях 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 совета 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