

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»**

ФАКУЛЬТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетики

Доцент А.А.Шевченко

22 апреля 2020 г.



Рабочая программа дисциплины

**«Электрооборудование теплогенерирующих и холодильных
установок»**

Направление подготовки
35.03.06 «Агроинженерия»

Направленность подготовки
«Электрооборудование и электротехнологии»

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения
Очная, заочная

Краснодар
2020

Рабочая программа дисциплины «Электрооборудование теплогенерирующих и холодильных установок» разработана на основе ФГОС ВО 35.03.06 Агроинженерия утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 23 августа 2017 г. № 813

Автор:
д.т.н., профессор



Р.А. Амерханов

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры электротехники, теплотехники и возобновляемых источников энергии от 13 апреля 2020г., протокол № 4

Заведующий кафедрой
д.т.н., профессор



О.В. Григораш

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета энергетики от 22.04.2020 г., протокол № 8

Председатель
методической комиссии
д -р техн. наук, профессор



И.Г. Стрижков

Руководитель
основной профессиональной
образовательной программы
канд. техн. наук, доцент



С.А. Николаенко

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины Б1.В.1.ДВ.02.02 «Электрооборудование теплогенерирующих и холодильных установок» является формирование у бакалавров навыков, развитие мышления в направлении изучения и правильного понимания задач, стоящих перед специалистами при разработке, монтаже и эксплуатации систем.

Задачи дисциплины

- разработка, монтаж и эксплуатация систем теплоснабжения с учетом экологической ситуации;
- изучение теоретических основ холодильной техники;
- понимание топливно-энергетической и экономической ситуации в стране, уровня и перспектив развития отрасли.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

В результате изучения дисциплины Б1.В.1.ДВ.02.02 «Электрооборудование теплогенерирующих и холодильных установок» обучающийся должен получить знания и навыки для успешного освоения следующих трудовых функций и выполнения следующих трудовых действий:

Профессиональный стандарт - 13.001 «Специалист в области механизации сельского хозяйства»; трудовая функция» - В/02.6 «Организация эксплуатации сельскохозяйственной техники», В/03.6 «Организация работы по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники».

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

ПКС-1 Способен осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве

ПКС-3 Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве.

3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Б1.В.1.ДВ.02.02 «Электрооборудование теплогенерирующих и холодильных установок» является дисциплиной, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению 35.03.06 «Агроинженерия», направленность «Электрооборудование и электротехнологии».

4 Объем дисциплины (144 часов, 4 зачетных единиц)

| Виды учебной работы | Объем, часов | |
|---|--------------|---------|
| | Очная | Заочная |
| Контактная работа в том числе: | 58 | 20 |
| — аудиторная по видам учебных занятий | 52 | 14 |
| — лекции | 26 | 4 |
| — практические | 14 | 6 |
| — лабораторные | 12 | 4 |
| — внеаудиторная | 6 | 6 |
| — зачет | - | - |
| — экзамен | 3 | 3 |
| — защита курсовых работ (проектов) | 3 | 3 |
| Самостоятельная работа в том числе: | 86 | 124 |
| — курсовая работа (проект) | 18 | 18 |
| — прочие виды самостоятельной работы | 68 | 106 |
| Итого по дисциплине | 144 | 144 |

5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемой дисциплины студенты сдают экзамен, выполняют курсовой проект.

Дисциплина изучается на 3 курсе, в 5 семестре (очное), а также на 3 курсе в 6 семестре (заочное).

Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

| № п/п | Тема. Основные вопросы | Формируемые компетенции | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |
|-------|---------------------------|-------------------------|---------|--|
|-------|---------------------------|-------------------------|---------|--|

| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
|---|---|----------------|---|--------|----------------------|----------------------|------------------------|
| 1 | Топливо-энергетические ресурсы и топливо-энергетический баланс Органическое топливо | ПКС–1 ПКС–3 | 5 | 2 | - | - | 6 |
| 2 | Методы и схемы производства тепловой энергии. Основы процесса горения органических топлив. | ПКС–1 ПКС–3 | 5 | 2 | 2 | - | 6 |
| 3 | Тепловой расчет котлов на органическом топливе. Аэродинамический расчет теплогенератора. | ПКС–1 ПКС–3 | 5 | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 4 | Котлы на органическом топливе. Топочные и горелочные устройства. Конвективные поверхности нагрева котлов. Внутрикотловая гидродинамика. Водный режим работы котлов. | ПКС–1 ПКС–3 | 5 | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 5 | Тепловая схема теплогенерирующих установок. Водонагреватели, калориферы. | ПКС–1 ПКС–3 | 5 | 2 | - | 2 | 8 |
| 6 | Охрана окружающей среды от вредных газообразных и жидких выбросов теплогенерирующих установок | ПКС–1 ПКС–3 | 5 | 4 | 2 | - | 8 |
| 7 | Особенности применения различных способов охлаждения для получения низких температур | ПКС–1 ПКС–3 | 5 | 4 | 2 | 2 | 8 |

| № п/п | Тема. Основные вопросы | Формируемые компетенции | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | |
|----------|---|----------------------------|---------|--|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | | | Лекции | Практиче ские занятия | Лаборато рные занятия | Самостоя тельная работа |
| 8 | Перспективные способы получения искусственного холода. Централизованное холодоснабжение. Холодильный транспорт. Кондиционирование воздуха. | ПКС–1 ПКС–3 | 5 | 4 | 2 | 2 | 8 |
| 9 | Экологические аспекты применения низкотемпературной техники | ПКС–1 ПКС–3 | 5 | 4 | 2 | 2 | 8 |
| | Курсовое проектирование | | 5 | | | | 18 |
| Итого | | | | 26 | 14 | 12 | 86 |

Содержание и структура дисциплины по заочной форме обучения

| № п/п | Тема. Основные вопросы | Формируемые компетенции | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | |
|----------|--|----------------------------|---------|--|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | | | Лекции | Практиче ские занятия | Лаборато рные занятия | Самостоя тельная работа |
| 1 | Топливо-энергетические ресурсы и топливо-энергетический баланс Органическое топливо | ПКС–1 ПКС–3 | 6 | - | - | - | 10 |
| 2 | Методы и схемы производства тепловой энергии. Основы процесса горения органических топлив. | ПКС–1 ПКС–3 | 6 | 2 | - | - | 12 |
| 3 | Тепловой расчет котлов на органическом топливе. Аэродинамический расчет | ПКС–1 ПКС–3 | 6 | - | 2 | - | 12 |

| № п/п | Тема. Основные вопросы | Формируемые компетенции | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | |
|----------|---|----------------------------|---------|--|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | | | Лекции | Практиче ские занятия | Лаборато рные занятия | Самостоя тельная работа |
| | теплогенератора. | | | | | | |
| 4 | Котлы на органическом топливе. Топочные и горелочные устройства. Конвективные поверхности нагрева котлов. Внутрикотловая гидродинамика. Водный режим работы котлов. | ПКС–1 ПКС–3 | 6 | - | - | 2 | 12 |
| 5 | Тепловая схема теплогенерирующих установок. Водонагреватели, калориферы. | ПКС–1 ПКС–3 | 6 | - | 2 | - | 12 |
| 6 | Охрана окружающей среды от вредных газообразных и жидких выбросов теплогенерирующих установок | ПКС–1 ПКС–3 | 6 | - | - | 2 | 12 |
| 7 | Особенности применения различных способов охлаждения для получения низких температур | ПКС–1 ПКС–3 | 6 | - | - | - | 12 |
| 8 | Перспективные способы получения искусственного холода. Централизованное холодоснабжение. Холодильный транспорт. Кондиционирование воздуха. | ПКС–1 ПКС–3 | 6 | 2 | - | - | 12 |
| 9 | Экологические аспекты применения низкотемпературной техники | ПКС–1 ПКС–3 | 6 | - | 2 | - | 12 |

| № п/п | Тема. Основные вопросы | Формируемые компетенции | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | |
|----------|----------------------------|----------------------------|---------|--|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | | | | Лекции | Практиче- ские занятия | Лаборато- рные занятия | Самостоя- тельная работа |
| | Курсовое проектирование | | 6 | | | | 18 |
| Итого | | | | 4 | 6 | 4 | 124 |

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Монография «Возобновляемые источники электроэнергии». О.В. Григораш, Ю.П. Степура, Р.А. Сулейманов, Е.А. Власенко, А.Г. Власов. — Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/124/01_Vozobnovljaemye_istochniki_ehlektrroehnergii_O.V._Grigorash_JU.P._Stepura_R.A._Suleimanov_E.A._Vlasenko_A.G._Vlasov.pdf. — Образовательный портал
2. Монография. Солнечные фотоэлектрические станции. Р.А. Амерханов, О.В. Григораш, И.Б. Самородов Б.К. Циганков, Е.С. Воробьев документ PDF

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

| Номер семестра (этап формирования компетенции соответствует номеру семестра) | Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО |
|--|---|
| ПКС-1 Способен осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве | |
| 5 | Электрооборудование возобновляемой энергетики |
| 5 | Электрооборудование теплогенерирующих и холодильных установок |
| 6 | Б2.О.02.01(П) Технологическая (проектно- |

| Номер семестра (этап формирования компетенции соответствует номеру семестра) | Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО |
|--|---|
| | технологическая) практика |
| 8 | Преддипломная практика |
| 8 | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы |
| ПКС-3 Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве. | |
| 5 | Электрооборудование возобновляемой энергетики |
| 5 | Электрооборудование теплогенерирующих и холодильных установок |
| 8 | Автоматизированный электропривод |
| 8 | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы |
| 8 | Б2.В.01.01(П) Преддипломная практика |

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

| Планируемые результаты освоения компетенции | Уровень освоения | | | | Оценочное средство |
|--|--|---|---|--|--------------------|
| | «неудовлетворительно» минимальный не достигнут | «удовлетворительно» минимальный (пороговый) | «хорошо» средний | «отлично» высокий | |
| ПКС-1.Способен осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве | | | | | |
| Знать: особенности монтажа, наладки, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве | Не владеет знаниями в областях: особенности монтажа, наладки, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве | Имеет поверхностные знания в областях: особенности монтажа, наладки, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве | Знает: особенности монтажа, наладки, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве | особенности и монтажа, наладки, эксплуатации и энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве | Вопросы к экзамену |
| Уметь: осуществляет | Не умеет: осуществлять | Умеет на | Умеет на достаточном | Умеет на высоком | Тесты |

| Планируемые результаты освоения компетенции | Уровень освоения | | | | Оцен очное средс тво |
|---|---|---|---|--|-------------------------------|
| | «неудовлетворител ьно» минимальный не достигнут | «удовлетворител ьно» минимальный (пороговый) | «хорошо» средний | «отлично» высокий | |
| монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехничес кого оборудования, машин и установок в сельскохозяйств енном производстве | монтаж, наладку, эксплуатацию энергетическог о и электротехниче ского оборудования, машин и установок в сельскохозяйств енном производстве | низком уровне: осущес твлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетическог о и электротехниче ского оборудования, машин и установок в сельскохозяйств енном производстве | уровне: осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетическо го и электротехни ческого оборудования , машин и установок в сельскохозяйств енном производстве | уровне: осуществля ть монтаж, наладку, эксплуатаци ю энергетиче ского и электротех нического оборудован ия, машин и установок в сельскохоз яйственном производст ве | задач ами. |

| Планируемые результаты освоения компетенции | Уровень освоения | | | | Оцен очное средс тво |
|--|--|--|---|---|---|
| | «неудовлетворител ьно» минимальный не достигнут | «удовлетворител ьно» минимальный (пороговый) | «хорошо» средний | «отлично» высокий | |
| Владеть: способностью осуществляет монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехничес кого оборудова ния, машин и установок в сель скохозйственн ом производстве | Не владеет: способностью осуществляет монтаж, наладку, эксплуатацию энергетическо го и электротехниче ского оборудова-ния, машин и установок в сель скохозйственн ом производстве | Владеет на низком уровне: способностью осуществляет монтаж, наладку, эксплуатацию энергетическо го и электротехниче ского оборудова-ния, машин и установок в сель скохозйственн ом производстве | Владеет на достаточном уровне: способностью осуществляет монтаж, наладку, эксплуатацию энергетическо го и электротехни ческого оборудова ния, машин и установок в сель скохозйствен ном производстве | Владеет на высоком уровне: способност ью осуществля ет монтаж, наладку, эксплуатац ию энергетиче ского и электротех нического оборудова ния, машин и установок в сель скохозйст венном производст ве | Конт рольн ая работ а Курсо вое проек тиров ание |
| ПКС-3 Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве. | | | | | |
| Знать: этапы проектирования электропривода, методику выбора электрической машины, схемы управления, методы снижения энергоёмкости продукции; знать способы сбережения | Не владеет знаниями в областях: этапы проектировани я электропривод а, методику выбора электрической машины, схемы управления, методы снижения | Имеет поверхностны е знания в областях: этапы проектировани я электропривод а, методику выбора электрической машины, схемы управления, | Знает: этапы проектирован ия электроприво да, методику выбора электрическо й машины, схемы управления, методы снижения энергоёмкост | Знает на высоком уровне: этапы проектиров ания электропри вода, методику выбора электричес кой машины, схемы | Вопр осы к экза мену |

| Планируемые результаты освоения компетенции | Уровень освоения | | | | Оцен очное средс тво |
|--|---|---|---|--|-------------------------------|
| | «неудовлетворител ьно» минимальный не достигнут | «удовлетворител ьно» минимальный (пороговый) | «хорошо» средний | «отлично» высокий | |
| электрической энергии в электроприводе. | энергоемкости продукции; | методы снижения энергоемкости продукции; | и продукции; | управления , методы снижения энергоемко сти продукции; | |
| Уметь: проектировать энергоэффектив ные системы электрификации и автоматизации технологически х процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйств енных предприятий | Не умеет: проектировать энергоэффекти вные системы электрификаци и и автоматизации технологически х процессов и объектов инфраструктур ы сельскохозяйст венных предприятий | Умеет на низком уровне: проектировать энергоэффекти вные системы электрификаци и и автоматизации технологически х процессов и объектов инфраструктур ы сельскохозяйст венных предприятий | Умеет на достаточном уровне: проектироват ь энергоэффект ивные системы электрификац ии и автоматизаци и технологичес ких процессов и объектов инфраструкту ры сельскохозяйс твенных предприятий | Умеет на высоком уровне: проектиров ать энергоэффе ктивные системы электрифик ации и автоматиза ции технологич еских процессов и объектов инфрастру ктуры сельскохоз яйственны х предприяти й | Тест ы с задач ами. |

| Планируемые результаты освоения компетенции | Уровень освоения | | | | Оцен очное средс тво |
|--|---|---|--|---|---|
| | «неудовлетворител ьно» минимальный не достигнут | «удовлетворител ьно» минимальный (пороговый) | «хорошо» средний | «отлично» высокий | |
| Владеть: способностью проектировать энергоэффектив ные системы электрификации и автоматизации технологически х процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйств енных предприятий | Не владеет: способностью проектировать энергоэффекти вные системы электрификаци и и автоматизации технологически х процессов и объектов инфраструктур ы сельскохозяйств енных предприятий | Владеет на низком уровне: способностью проектировать энергоэффекти вные системы электрификаци и и автоматизации технологически х процессов и объектов инфраструктур ы сельскохозяйств енных предприятий | Владеет на достаточном уровне: способностью проектироват ь энергоэффект ивные систем ы электрификац ии и автоматизаци и технологичес ких процессов и объектов инфраструкту ры сельскохозяйс твенных предприятий | Владеет на высоком уровне: способност ью проектиров ать энергоэффе ктивные си стемы электрифик ации и автоматиза ции технологич еских процессов и объектов инфраструк туры сельскохоз яйственны х предприяти й | Конт рольн ая работ а Курсо вое проек тиров ание |

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП ВО

Задания для контрольных работ (пример)

| |
|----------------|
| Топливо |
|----------------|

| | |
|---|--|
| 1. Определите низшую теплоту сгорания и объем воздуха, поступающего в топку для сжигания угля данного состава по рабочей массе. Коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,35$, температура воздуха $t = 10^\circ\text{C}$, часовой расход воздуха $G = 300$ кг/ч. Дано: $C^P = 41,4\%$, $H^P = 2,9\%$, $O^P = 10,5\%$, $N^P = 1,0\%$, $S^{Pl} = 0,9\%$, $A^P = 24,3\%$, $W^P = 19,0\%$. | 2. Задан состав твердого топлива на рабочую массу в % ($W^T = 11,0$; $A^T = 26,7$; $S^T = 3,1$; $C^T = 49,2$; $H^T = 3,4$; $N^T = 1,0$; $O^T = 5,6$). Определить теоретически необходимое количество воздуха для горения, по формуле Менделеева Д.И., низшую и высшую теплоту сгорания при $\alpha = 1,4$, а также энтальпию продуктов сгорания при $t = 150^\circ\text{C}$. |
| 3. Определить состав горючей массы кизеловского угля марки Г, если состав его рабочей массы: $C^P = 48,5\%$; $H^P = 3,6\%$; $S^{Pl} = 6,1\%$; $N^P = 0,8\%$; $O^P = 4,0\%$; зольность сухой массы $A^c = 33,0\%$ и влажность рабочая $W^P = 6,0\%$. | 4. Определить состав рабочей массы кузнецкого угля марки Д, если состав его горючей массы: $C^T = 78,5\%$; $H^T = 5,6\%$; $S^{Pl} = 0,4\%$; $N^T = 2,5\%$; $O^T = 13,0\%$; зольность сухой массы $A^c = 15,0\%$ и влажность рабочая $W^P = 12,0\%$. |
| 5. Определить состав горючей массы эстонских сланцев, если состав их рабочей массы: $C^P = 24,1\%$; $H^P = 3,1\%$; $S^{Pl} = 1,6\%$; $N^P = 0,1\%$; $O^P = 3,7\%$; $A^{Pi} = 40,0\%$; $W^P = 13,0\%$ и $(CO_2)P_k = 14,4\%$. | 6. В мельнице – вентиляторе подсушивается подмосковный уголь марки Б2 состава: $C^{P_1} = 28,7\%$; $H^{P_1} = 2,2\%$; $(S^{Pl})_1 = 2,7\%$; $N^{P_1} = 0,6\%$; $O^{P_1} = 8,6\%$; $A^{P_1} = 25,2\%$; $W^{P_1} = 32\%$. Определить состав рабочей массы подсушенного топлива, если известно, что влажность топлива после подсушки $W^{P_2} = 15\%$. |
| 7. В топке котла сжигается смесь, состоящая из 800 кг кузнецкого угля марки Д состава: $C^{P_1} = 58,7\%$; $H^{P_1} = 4,2\%$; $(S^{Pl})_1 = 0,3\%$; $N^{P_1} = 1,9\%$; $O^{P_1} = 9,7\%$; $A^{P_1} = 13,2\%$; $W^{P_1} = 12,0\%$ и 1200 кг кузнецкого угля марки Г состава: $C^{P_2} = 66,0\%$; $H^{P_2} = 4,7\%$; $(S^{Pl})_2 = 0,5\%$; $N^{P_2} = 1,8\%$; $O^{P_2} = 7,5\%$; $A^{P_2} = 11,0\%$; $W^{P_2} = 8,5\%$. Определить состав рабочей смеси. | 8. Определить низшую и высшую теплоту сгорания рабочей массы челябинского угля марки Б3 состава: $C^P = 37,3\%$; $H^P = 2,8\%$; $S^{Pl} = 1,0\%$; $O^P = 10,5$ и $W^P = 18,0\%$. |
| 9. Определить низшую теплоту сгорания рабочей и сухой массы донецкого угля марки Г, если известны его низшая теплота сгорания горючей массы $Q_{гн}^T = 33170$ кДж/кг, зольность сухой массы $A^c = 25,0\%$ и влажность рабочая $W^P = 8,0\%$. | 10. Определить низшую теплоту сгорания горючей и сухой массы кузнецкого угля марки Т, если известны его низшая теплота сгорания рабочей массы $Q_{гн}^T = 26180$ кДж/кг, зольность сухой массы $A^c = 18,0\%$ и влажность рабочая $W^P = 6,5\%$. |

| | |
|---|--|
| 11. Определить высшую теплоту сгорания горючей и сухой массы кизелоского угля марки Г, если известны следующие величины: $Q^p_n = 19680$ кДж/кг, $H^p = 3,6 \%$, $A^p = 31,0 \%$, $W^p = 6,0 \%$. | 12. Определить низшую и высшую теплоту сгорания рабочей массы ленинградских сланцев, если известны следующие величины: $Q^r_n = 36848$ кДж/кг, $H^p = 2,7 \%$, $A^p = 46,0 \%$, $W^p = 11,5 \%$ и $(CO_2)_{pk} = 16,4 \%$. |
| 13. Определить низшую теплоту сгорания сухого природного газа Саратовского месторождения состава: $CO_2 = 0,8 \%$; $CH_4 = 84,5 \%$; $C_2H_6 = 3,8 \%$; $C_3H_8 = 1,9 \%$; $C_4H_{10} = 0,9 \%$; $C_5H_{12} = 0,3 \%$; $N_2 = 7,8 \%$. | 14. Определить низшую теплоту сгорания рабочей массы челябинского угля марки БЗ состава: $C^p = 37,3 \%$; $H^p = 2,8 \%$; $S^p_{пл} = 1,0 \%$; $N^p = 0,9 \%$; $O^p = 10,5 \%$; $A^p = 29,5 \%$; $W^p = 18,0 \%$, - при увеличении его влажности до $W^p = 20 \%$. |
| 15. В топке котла сжигается смесь, состоящая из $3 \cdot 10^3$ кг кузнецкого угля марки Д и $7 \cdot 10^3$ кг кузнецкого угля марки Т. Определить низшую теплоту сгорания смеси, если известно, что низшая теплота сгорания угля марки Д составляет $Q^p_{n1} = 22825$ кДж/кг, а угля марки Т - $Q^p_{n2} = 26180$ кДж/кг. | 16. Для карагандинского угля марки К состава: $C^p = 54,7 \%$; $H^p = 3,3 \%$; $S^p_{пл} = 0,8 \%$; $N^p = 0,8 \%$; $O^p = 4,8 \%$; $A^p = 27,6 \%$ и $W^p = 8,0 \%$, определить высшую теплоту сгорания рабочей массы, приведенную влажность и приведенную зольность угля. |
| 17. Определить приведенную влажность, приведенную зольность, приведенную сернистость и тепловой эквивалент райчихинского угля марки Б2, если известен состав его горючей массы: $C^r = 71,0 \%$; $H^r = 4,3 \%$; $S^r_{пл} = 0,6 \%$; $N^r = 1,1 \%$; $O^r = 23,0 \%$, зольность сухой массы $A^c = 15,0 \%$ и влажность рабочая $W^p = 37,5 \%$. | 18. На складе котельной имеется $60 \cdot 10^3$ кг ангреноского угля марки Б2, состав которого по горючей массе: $C^r = 76,0 \%$; $H^r = 3,8 \%$; $S^r_{пл} = 2,5 \%$; $N^r = 0,4 \%$; $O^r = 17,3 \%$, зольность сухой массы $A^c = 20,0 \%$ и влажность рабочая $W^p = 34,5 \%$. Определить запас угля на складе в кг условного топлива. |

| | |
|--|--|
| 19. При транспортировании $3 \cdot 10^6$ кг подмосковного угля марки Б2 его влажность увеличилась с $W^p_1 = 32\%$ до $W^p_2 = 35\%$. Определить потерю условного топлива при повышении его влажности, если известно, что при $W^p_1 = 32\%$ низшая теплота сгорания рабочей массы угля $Q^p_{н1} = 10435$ кДж/кг. | 20. Для котельной, в которой установлены котлы с различными топками, подвезено $50 \cdot 10^3$ кг донецкого угля марки Т состава: $C^p = 62,7\%$; $H^p = 3,1\%$; $S^p_{пл} = 2,8\%$; $N^p = 0,9\%$; $O^p = 1,7\%$; $A^p = 23,8\%$ и $W^p = 5,0\%$, и $60 \cdot 10^3$ кг донецкого угля марки А состава: $C^p = 63,8\%$; $H^p = 1,2\%$; $S^p_{пл} = 1,7\%$; $N^p = 0,6\%$; $O^p = 1,3\%$; $A^p = 22,9\%$ и $W^p = 8,5\%$. Определить время работы топок, если известно, что топки, работающие на угле марки Т, расходуют $2 \cdot 10^3$ кг/ч условного топлива, а топки, работающие на угле марки А, - $2,3 \cdot 10^3$ кг/ч условного топлива. |
| Энтальпия продуктов сгорания и воздуха | |
| 1. Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из топки, получаемых при полном сгорании 1 кг донецкого угля марки Т состава: $C^p = 62,7\%$; $H^p = 3,1\%$; $S^p_{пл} = 2,8\%$; $N^p = 0,9\%$; $O^p = 1,7\%$; $A^p = 23,8\%$; $W^p = 5,0\%$, если известно, что температура газов на выходе из топки $\vartheta_T = 1100$ °С. | 2. В топке котла сжигается 1 кг донецкого угля марки А состава: $C^p = 63,8\%$; $H^p = 1,2\%$; $S^p_{пл} = 1,7\%$; $N^p = 0,6\%$; $O^p = 1,3\%$; $A^p = 22,9\%$; $W^p = 8,5\%$. Определить энтальпию избыточного воздуха на выходе из топки при полном сгорании угля, если известно, что температура на выходе из топки $\vartheta_T = 1000$ °С. Коэффициент избытка воздуха в топке $\alpha_T = 1,3$. |
| 3. Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из топки, получаемых при полном сгорании 1 м ³ природного газа Газлинского месторождения состава: $CO_2 = 0,4\%$; $CH_4 = 94,0\%$; $C_2H_6 = 2,8\%$; $C_3H_8 = 0,4\%$; $C_4H_{10} = 0,3\%$; $C_5H_{12} = 0,1\%$; $N_2 = 2,0\%$; если известно, что температура газов на выходе из топки $\vartheta_T = 1000$ °С. Коэффициент избытка воздуха в топке $\alpha_T = 1,1$. | 4. Определить энтальпию избыточного воздуха на выходе из топки при полном сгорании 1 м ³ природного газа Щербелинского месторождения состава: $CO_2 = 0,1\%$; $CH_4 = 92,8\%$; $C_2H_6 = 3,9\%$; $C_3H_8 = 1,0\%$; $C_4H_{10} = 0,4\%$; $C_5H_{12} = 0,3\%$; $N_2 = 1,5\%$; если известно, что температура газов на выходе из топки $\vartheta_T = 1000$ °С. Коэффициент избытка воздуха в топке $\alpha_T = 1,1$. |
| 5. Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из топки, получаемых при полном сгорании 1 кг высокосернистого мазута состава: $C^p = 83,0\%$; $H^p = 10,4\%$; $S^p_{пл} = 2,8\%$; $O^p = 0,7\%$; $A^p = 0,1\%$; $W^p = 3,0\%$, если известно, что температура газов на выходе из топки $\vartheta_T = 1100$ °С. Коэффициент избытка воздуха в топке $\alpha_T = 1,15$. | 5. 6. Определить энтальпии избыточного воздуха и золы на выходе из топки при полном сгорании 1 кг донецкого угля марки Г состава: $C^p = 55,2\%$; $H^p = 3,8\%$; $S^p_{пл} = 3,2\%$; $N^p = 1,0\%$; $O^p = 5,8\%$; $A^p = 23,0\%$; $W^p = 8,0\%$, если известно, что температура газов на выходе из топки $\vartheta_T = 1100$ °С, доля золы топлива, уносимой продуктами сгорания, $a_{ун} = 0,85$ и приведенная величина уноса золы сжигаемого топлива $A_{пр.ун} = 3,72$ кг · % · 10 ⁻³ /кДж. Коэффициент избытка воздуха в топке $\alpha_T = 1,3$. |

| Тепловой баланс, коэффициент полезного действия и расход топлива котельного агрегата | |
|--|---|
| 1. В топке котла сжигается малосернистый мазут состава: $C^p = 84,65 \%$; $H^p = 11,7 \%$; $S_{пл}^p = 0,3 \%$; $O^p = 0,3 \%$; $A^p = 0,05 \%$; $W^p = 3,0 \%$. Определить располагаемую теплоту, если температура подогрева мазута $t_T = 93^\circ\text{C}$ и энтальпия пара, идущего на распыливание топлива паровыми форсунками, $i_{\phi} = 3280$ кДж/кг. | 2. В топке котла сжигается челябинский уголь марки БЗ состава: $C^p = 37,3 \%$; $H^p = 2,8 \%$; $S_{пл}^p = 1,2 \%$; $N^p = 0,9 \%$; $O^p = 10,5 \%$; $A^p = 29,5 \%$; $W^p = 18 \%$. Определить располагаемую теплоту, если температура топлива на входе в топку $t_T = 20^\circ\text{C}$. |
| 3. Определить теплоту, полезно использованную в водогрейном котле, если известны натуральный расход топлива $B = 1,2$ кг/с, расход воды $M_B = 70$ кг/с, температура воды, поступающей в котле, $t_1 = 70^\circ\text{C}$ и температура воды, выходящей из него, $t_2 = 150^\circ\text{C}$. | 5. В топке котельного агрегата паропроизводительностью $D = 5,6$ кг/с сжигается абанский уголь марки Б2 состава: $C^p = 41,5 \%$; $H^p = 2,9 \%$; $S_{пл}^p = 0,4 \%$; $N^p = 0,6 \%$; $O^p = 13,1 \%$; $A^p = 8,0 \%$; $W^p = 33,5 \%$. Определить в процентах теплоту, полезно использованную в котлоагрегате, если известны натуральный расход топлива $B = 1,12$ кг/с, давление перегретого пара $p_{п.п} = 4$ МПа, температура перегретого пара $t_{п.п} = 400^\circ\text{C}$, температура питательной воды $t_{п.в} = 130^\circ\text{C}$, величина непрерывной продувки $P = 3 \%$ и температура топлива на входе в топку $t_T = 20^\circ\text{C}$. |
| 6. В топке котельного агрегата паропроизводительностью $D = 7,22$ кг/с сжигается высокосернистый мазут состава: $C^p = 83,0 \%$; $H^p = 10,4 \%$; $S_{пл}^p = 2,8 \%$; $O^p = 0,7 \%$; $A^p = 0,1 \%$; $W^p = 3,0 \%$. Определить располагаемую теплоту в кДж/кг и теплоту, полезно использованную в котлоагрегате в процентах, если известны температура подогрева мазута $t_T = 90^\circ\text{C}$, натуральный расход топлива $B = 0,527$ кг/с, давление перегретого пара $p_{п.п} = 1,3$ МПа, температура перегретого пара $t_{п.п} = 250^\circ\text{C}$, температура питательной воды $t_{п.в} = 100^\circ\text{C}$ и величина непрерывной продувки $P = 4 \%$. | 7. В топке котельного агрегата паропроизводительностью $D = 4,2$ кг/с сжигается природный газ Дашавского месторождения с низшей теплотой сгорания $Q_{сн} = 35700$ кДж/м ³ . Определить в кДж/м ³ и процентах теплоту, полезно использованную в котлоагрегате, если известны натуральный расход топлива $B = 0,32$ м ³ /с, теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м ³ топлива, $V_o = 9,5$ м ³ /м ³ , давление перегретого пара $p_{п.п} = 4$ МПа, температура перегретого пара $t_{п.п} = 400^\circ\text{C}$, температура питательной воды $t_{п.в} = 130^\circ\text{C}$, температура воздуха в котельной $t_B = 30^\circ\text{C}$, температура поступающего в топку воздуха $t'_B = 230^\circ\text{C}$ и коэффициент избытка воздуха в топке $\alpha_T = 1,1$. |

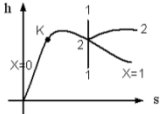
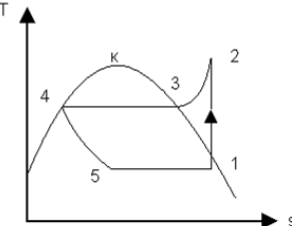
| | |
|---|--|
| <p>9. В топке котельного агрегата сжигается каменный уголь с низшей теплотой сгорания $Q^p_n = 27600$ кДж/кг. Определить потери теплоты в процентах с уходящими газами из котлоагрегата, если известны коэффициент избытка воздуха за котлоагрегатом $\alpha_{yx} = 1,4$, объем уходящих газов на выходе из последнего газохода $V_{yx} = 10,5$ м³/кг, температура уходящих газов на выходе из последнего газохода $\vartheta_{yx} = 160$ °С, средняя объемная теплоемкость газов при $p = \text{const}$ $c'_{p,yx} = 1,415$ кДж/(м³ · К), теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг топлива $V_o = 7,2$ м³/кг, температура воздуха в котельной $t_b = 30$ °С, температура воздуха, поступающего в топку, $t'_b = 180$ °С, коэффициент избытка воздуха в топке $\alpha_t = 1,2$, средняя объемная теплоемкость воздуха при постоянном давлении $c'_{pb} = 1,297$ кДж/(м³ · К) и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива $q_4 = 4$ %.</p> | <p>10. Определить, на сколько процентов возрастут потери теплоты с уходящими газами и котельного агрегата при повышении температуры уходящих газов ϑ_{yx} со 160 до 180 °С, если известны коэффициент избытка воздуха за котлоагрегатом $\alpha_{yx} = 1,48$, объем уходящих газов на выходе из последнего газохода $V_{yx} = 4,6$ м³/кг, средняя объемная теплоемкость газов при постоянном давлении $c'_{p,yx} = 1,415$ кДж/(м³ · К), теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг топлива $V_o = 2,5$ м³/кг, температура воздуха в котельной $t_b = 30$ °С, средняя объемная теплоемкость воздуха при постоянном давлении $c'_{pb} = 1,297$ кДж/(м³ · К) и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива $Q_4 = 340$ кДж/кг. Котельный агрегат работает на фрезерном торфе с низшей теплотой сгорания $Q^p_n = 8500$ кДж/кг.</p> |
| <p>11. Определить в процентах потери теплоты с уходящими газами из котельного агрегата, если известны коэффициент избытка воздуха за котлоагрегатом $\alpha_{yx} = 1,5$, температура уходящих газов на выходе из последнего газохода $\vartheta_{yx} = 150$ °С, температура воздуха в котельной $t_b = 30$ °С, средняя объемная теплоемкость воздуха при постоянном давлении $c'_{pb} = 1,297$ кДж/(м³ · К), температура топлива при входе в топку $t_t = 20$ °С и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива $q_4 = 3,5$ %. Котельный агрегат работает на абанском угле марки Б2 состава: $C^p = 41,5$ %; $H^p = 2,9$ %; $S^p_{пл} = 0,4$ %; $N^p = 0,6$ %; $O^p = 13,1$ %; $A^p = 8,0$ %; $W^p = 33,5$ %.</p> | <p>12. Определить, на сколько процентов уменьшатся потери теплоты с уходящими газами из котельного агрегата при снижении температуры уходящих газов ϑ_{yx} со 145 до 130 °С, если известны коэффициент избытка воздуха за котлоагрегатом $\alpha_{yx} = 1,43$, объем уходящих газов на выходе из последнего газохода $V_{yx} = 8,62$ м³/кг, средняя объемная теплоемкость газов при постоянном давлении $c'_{p,yx} = 1,415$ кДж/(м³ · К), теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг топлива $V_o = 5,815$ м³/кг, температура воздуха в котельной $t_b = 30$ °С, средняя объемная теплоемкость воздуха при постоянном давлении $c'_{pb} = 1,297$ кДж/(м³ · К) и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива $q_4 = 3$ %. Котельный агрегат работает на каменном угле с низшей теплотой сгорания $Q^p_n = 22290$ кДж/кг.</p> |

| | |
|--|--|
| <p>13. Определить в кДж/кг и процентах потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива, если известны из данных анализа содержание оксида углерода в уходящих газах $CO = 0,28 \%$ и содержание трехатомных газов $RO_2 = 19 \%$. Котельный агрегат работает на каменном угле с низшей теплотой сгорания $Q^p_n = 22825$ кДж/кг, содержание в топливе углерода, $C^p = 58,7$ и серы $S^p_{л} = 0,3 \%$.</p> | <p>14. Определить в кДж/кг и процентах потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива, если известны из данных испытаний потери теплоты топлива со шлаком $Q_{шл4} = 600$ кДж/кг, потери теплоты с провалом топлива $Q_{пр4} = 100$ кДж/кг и потери теплоты с частичками топлива, уносимыми уходящими газами $Q_{ун4} = 760$ кДж/кг. Котельный агрегат работает на донецком угле марки Т состава: $C^p = 62,7 \%$; $H^p = 3,1 \%$; $S^p_{л} = 2,8 \%$; $N^p = 0,9 \%$; $O^p = 1,7 \%$; $A^p = 23,8 \%$; $W^p = 5,0 \%$.</p> |
| <p>15. Определить к. п. д. котельной установки (нетто), если известны к. п. д. котлоагрегата (брутто) $\eta_{брк.а} = 89,6 \%$, расход топлива $B = 0,334$ кг/с, расход пара на собственные нужды котельной $D_{с.н} = 0,012$ кг/с, давление пара, расходуемого на собственные нужды, $p_{с.н} = 0,5$ МПа и температура питательной воды $t_{п.в} = 120$ °С. Котельный агрегат работает на высокосернистом мазуте с низшей теплотой сгорания горючей массы $Q^r_n = 40090$ кДж/кг, содержание в топливе золы $A^p = 0,1 \%$ и влаги $W^p = 3,0 \%$. Температура подогрева мазута $t_r = 90$ °С.</p> | <p>16. В топке котельного агрегата сжигается донецкий уголь марки А состава: $C^p = 63,8 \%$; $H^p = 1,2 \%$; $S^p_{л} = 1,7 \%$; $N^p = 0,6 \%$; $O^p = 1,3 \%$; $A^p = 22,9 \%$; $W^p = 8,5 \%$. Определить в кДж/кг и процентах потери теплоты с физической теплотой шлака, если известны доля золы топлива в шлаке $a_{шл} = 0,8$; теплоемкость шлака $c_{шл} = 0,934$ кДж/(кг · К) и температура шлака $t_{шл} = 600$ °С.</p> |
| <p>17. В топке котельного агрегата сжигается каменный уголь, состав горючей массы которого: $C^r = 88,5 \%$; $H^r = 4,5 \%$; $S^r_{л} = 0,5 \%$; $N^r = 1,8 \%$; $O^r = 4,7 \%$; зольность сухой массы $A^c = 13,0 \%$ и влажность рабочая $W^p = 7,0 \%$. Определить к. п. д. котельного агрегата (брутто), если известны температура воздуха в котельной $t_b = 25$ °С, Температура воздуха, поступающего в топку, $t'_b = 175$ °С, коэффициент избытка воздуха в топке $\alpha_t = 1,3$, потери теплоты с уходящими газами $Q_2 = 2360$ кДж/кг, потери теплоты от химической неполноты сгорания $Q_3 = 147,5$ кДж/кг, потери теплоты от механической неполноты сгорания $Q_4 = 1180$ кДж/кг, потери теплоты в окружающую среду $Q_5 = 147,5$ кДж/кг и потери теплоты с физической теплотой шлаков $Q_6 = 88,5$ кДж/кг.</p> | <p>18. Определить в процентах и кДж/кг потери теплоты в окружающую среду, если известны температура топлива на входе топку $t_r = 20$ °С, теплота, полезно использованная в котлоагрегате, $q_1 = 84 \%$; потери теплоты с уходящими газами $q_2 = 11 \%$, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива $q_3 = 0,5 \%$, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива $q_4 = 4 \%$. Котельный агрегат работает на подмосковном угле марки Б2 с низшей теплотой сгорания $Q^p_n = 10516$ кДж/кг, содержание в топливе влаги $W^p = 32,0 \%$. Потерями теплоты с физической теплотой шлака пренебречь.</p> |

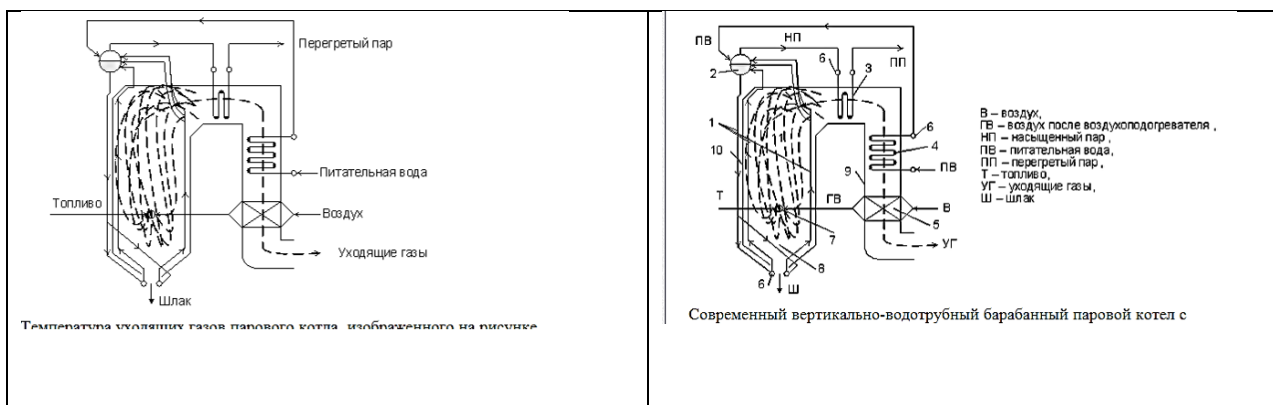
| | |
|--|--|
| <p>19. В топке водогрейного кола сжигается природный газ Саратовского месторождения с низшей теплотой сгорания $Q^c_n = 35799$ кДж/м³. Определить расход натурального и условного топлива, если известны к. п. д. котлоагрегата (брутто) $\eta_{брк.а} = 89$ %, расход воды $M_v = 75$ кг/с, температура воды, поступающей в котел, $t_1 = 70$ °С и температура воды, выходящей из него, $t_2 = 150$ °С.</p> | <p>20. В топке котельного агрегата паропроизводительностью $D = 64$ кг/с сжигается бурый уголь с низшей теплотой сгорания $Q^p_n = 15300$ кДж/кг. Определить расход расчетного и условного топлива, если известны к. п. д. котлоагрегата (брутто) $\eta_{брк.а} = 89,3$ %; давление перегретого пара $p_{п.п} = 10$ МПа, температура перегретого пара $t_{п.п} = 510$ °С, температура питательной воды $t_{п.в} = 215$ °С, потери теплоты топлива со шлаком $Q_{шл4} = 172$ кДж/кг, потери теплоты с провалом топлива $Q_{пр4} = 250$ кДж/кг и потери теплоты с частицами топлива, уносимыми уходящими газами, $Q_{yx4} = 190$ кДж/кг.</p> |
| Характеристики топочных устройств | |
| <p>1. Определить площадь колосниковой решетки, которую требуется установить под вертикально-водотрубным котлом паропроизводительностью $D = 6,1$ кг/с, работающим на подмосковном угле марки Б2 состава: $C^p = 28,7$ %; $H^p = 2,2$ %; $S^p_{пл} = 2,7$ %; $N^p = 0,6$ %; $O^p = 8,6$ %; $A^p = 25,2$ %; $W^p = 32,0$ %, если известны температура топлива при входе в топку $t_r = 20$ °С, давление перегретого пара $p_{п.п} = 4$ МПа, температура перегретого пара $t_{п.п} = 420$ °С, температура питательной воды $t_{п.в} = 180$ °С, к. п. д. котлоагрегата (брутто) $\eta_{брк.а} = 87$ %, величина непрерывной продувки $P = 4$ % и тепловое напряжение площади колосниковой решетки $Q/R = 1170$ кВт/м².</p> | <p>2. Определить объем топочного пространства, предназначенного для вертикально-водотрубного котла паропроизводительностью $D = 13,8$ кг/с, при работе на малосернистом мазуте состава: $C^p = 84,65$ %; $H^p = 11,7$ %; $S^p_{пл} = 0,3$ %; $N^p = 0,3$ %; $O^p = 8,6$ %; $A^p = 0,05$ %; $W^p = 3,0$ %; если известны температура подогрева мазута $t_r = 90$ °С, давление перегретого пара $p_{п.п} = 1,4$ МПа, температура перегретого пара $t_{п.п} = 250$ °С, температура питательной воды $t_{п.в} = 100$ °С, к. п. д. котлоагрегата (брутто) $\eta_{брк.а} = 88$ %, величина непрерывной продувки $P = 3$ % и тепловое напряжение топочного напряжения $Q/V_T = 490$ кВт/м³.</p> |
| <p>3. В топке котельного агрегата паропроизводительностью $D = 7,05$ кг/с сжигается природный газ Саратовского месторождения состава: $CO_2 = 0,8$ %; $CH_4 = 84,5$ %; $C_2H_6 = 3,8$ %; $C_3H_8 = 1,9$ %; $C_4H_{10} = 0,9$ %; $C_5H_{12} = 0,3$ %; $N_2 = 7,8$ %. Определить объем топочного пространства и к. п. д. топки, если известны давление перегретого пара $p_{п.п} = 1,4$ МПа, температура перегретого пара $t_{п.п} = 250$ °С, температура питательной воды $t_{п.в} = 110$ °С, к. п. д. котлоагрегата (брутто) $\eta_{брк.а} = 91$</p> | <p>4. Определить площадь колосниковой решетки и к. п. д. топки котельного агрегата паропроизводительностью $D = 5,9$ кг/с, если известны давление перегретого пара $p_{п.п} = 1,4$ МПа, температура перегретого пара $t_{п.п} = 250$ °С, температура питательной воды $t_{п.в} = 120$ °С, к. п. д. котлоагрегата (брутто) $\eta_{брк.а} = 86,5$ %, тепловое напряжение площади колосниковой решетки $Q/R = 1260$ кВт/м², потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива $Q_3 = 107,5$ кДж/кг и потери теплоты от механической</p> |

| | |
|--|---|
| %, величина непрерывной продувки $P = 4 \%$ и тепловое напряжение топочного напряжения $Q/V_T = 310 \text{ кВт/м}^3$, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива $q_3 = 1,2 \%$ и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива $q_4 = 1 \%$. | неполноты сгорания топлива $Q_4 = 1290 \text{ кДж/кг}$. Котельный агрегат работает на кизеловском угле марки Г с низшей теплотой сгорания горючей массы $Q_{гн} = 31349 \text{ кДж/кг}$, содержание в топливе золы $A^p = 31 \%$ и влаги $W_p = 6 \%$. |
|--|---|

Тесты (пример)

| | |
|---|--|
|  <p>Изображенные на графике в hs-координатах процессы водяного пара 1-1 и 2-2 являются ...</p> | Основным компонентом природного газа является ... |
| Количество кислорода, необходимое для полного сгорания 12 кг углерода, в соответствии со стехиометрической реакцией $C + O_2 = CO_2$ ____ кг. | Уравнение теплового баланса парового котла имеет вид $100 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5$. Полезно использованная теплота в этом уравнении обозначена через ... |
|  <p>На изображенном графике цикла теплового насоса процесс 2 – 3 – 4 соответствует ____ рабочего тела.</p> | Объем сухих трехатомных продуктов сгорания вычисляется по формуле ... |
| Формула Менделеева МДж/кг для твердого топлива имеет вид ... | Теплонапряжение зеркала горения слоя топлива составляет $q_R = 1200 \text{ кВт/м}^2$. Низшая теплота сгорания рабочей массы топлива $Q_{гн}^* = 24 \text{ МДж/кг}$. Расход топлива $B = 0,1 \text{ кг/с}$. Площадь сечения слоя топки R равна ____ м^2 . |
| К тягудувевым машинам котельной установки относятся ... | Если разность энтальпий в неравновесном и равновесном процессах расширения пара в сопле соответственно равны $\Delta h = 900 \text{ кДж/кг}$, $\Delta h_0 = 1000 \text{ кДж/кг}$, то коэффициент потерь энергии в сопле ξ_c равен ... |

| | |
|---|---|
| <p>Пусть M_{O_2} – количество кислорода, которое нужно подать с воздухом в топку котла, $1,43 \text{ кг/м}^3$ – плотность кислорода в нормальных условиях, $0,21$ – содержание кислорода в сухом воздухе. Тогда теоретически необходимое количество воздуха для полного сгорания топлива равно $\text{---} \text{м}^3/\text{кг}$.</p> | <p>К ископаемому твердому энергетическому топливу относят ...</p> |
| <p>Количество кислорода, необходимое для полного сгорания 2 кг водорода, в соответствии со стехиометрической реакцией $H_2 + 0,5O_2 = H_2O$ равно --- кг.</p> | <p>В соответствии с эффектом Джоуля-Томсона при дросселировании реального газа температура ...</p> |
| <p>Теплота Q_1, воспринятая водой и паром в котле, вырабатывающем перегретый пар, определяется по формуле ...</p> | <div data-bbox="922 600 1388 689" data-label="Diagram"> </div> <p>На рис. представлен состав жидкого топлива. Цифрой 1 обозначена --- масса топлива.</p> |
| <div data-bbox="242 846 726 940" data-label="Diagram"> </div> <p>На рис. представлен состав мазута. Цифрой 1 обозначена --- масса топлива.</p> | <div data-bbox="906 840 1248 974" data-label="Diagram"> </div> <p>На рис. представлен состав твердого топлива. Цифрой 1 обозначена --- масса топлива.</p> |
| <p>Тепловая нагрузка котельной установки за год с учетом всех теплопотерь и низшая теплота сгорания рабочей массы мазута соответственно равны $Q_K = 2000 \text{ ГДж}$, $Q_L^r = 40 \text{ МДж/кг}$. Годовой расход мазута равен ...</p> | <p>Пусть $V_2 = 10 \text{ м}^3/\text{кг}$ – объем дымовых газов, $C_p^r = 1,68 \text{ кДж/(м}^3\text{К)}$ – средняя теплоемкость продуктов сгорания при постоянном давлении, $t = 1000^\circ\text{C}$ – температура газов. Тогда энтальпия дымовых газов равна ...</p> |
| <div data-bbox="239 1348 790 1601" data-label="Diagram"> </div> <p>Холодный воздух подается дутьевым вентилятором в воздухоподогреватель, обозначенный на рисунке цифрой ...</p> | <p>Мазутом называется жидкий остаток перегонки нефти с температурой начала кипения ...</p> |



Темы эссе

Не предусмотрены

Темы рефератов

Не предусмотрены

Темы докладов

Не предусмотрены

Темы научных дискуссий (круглых столов)

Не предусмотрены

Темы курсовых работ (проектов)

| | |
|---|--|
| 1 | Расчет и подбор оборудования отопительной котельной мощностью 5 кВт |
| 2 | Расчет и подбор оборудования отопительной котельной мощностью 7кВт |
| 3 | Расчет и подбор оборудования отопительной котельной мощностью 10кВт |
| 4 | Расчет и подбор оборудования отопительной котельной мощностью 12кВт |
| 5 | Расчет и подбор оборудования отопительной котельной мощностью 15 кВт |
| 6 | Расчет и подбор оборудования отопительной котельной мощностью 17кВт |
| 7 | Расчет и подбор оборудования отопительной котельной мощностью 20кВт |
| 8 | Расчет и подбор оборудования отопительной котельной мощностью |

| | |
|----|---|
| | 21кВ |
| 9 | Расчет и подбор оборудования отопительной котельной мощностью 23кВ |
| 10 | Расчет и подбор оборудования отопительной котельной мощностью 25 кВ |
| 11 | Расчет и подбор оборудования для теплоснабжения района численностью 5 домов |
| 12 | Расчет и подбор оборудования для теплоснабжения района численностью 7 домов |
| 13 | Расчет и подбор оборудования для теплоснабжения района численностью 9 домов |
| 14 | Расчет и подбор оборудования для теплоснабжения района численностью 10 домов |
| 15 | Расчет и подбор оборудования для теплоснабжения района численностью 13 домов |
| 16 | Расчет и подбор оборудования для теплоснабжения района численностью 15 домов |
| 17 | Расчет и подбор оборудования для теплоснабжения района численностью 17 домов |
| 18 | Расчет и подбор оборудования для теплоснабжения района численностью 19 домов |
| 19 | Расчет и подбор оборудования для теплоснабжения района численностью 20 домов |
| 20 | Расчет и подбор оборудования для теплоснабжения района численностью 22 домов |
| 21 | Расчет и подбор оборудования для теплоснабжения района численностью 25 домов |
| 22 | Расчет и подбор оборудования для горячего водоснабжения района численностью 5 домов |
| 23 | Расчет и подбор оборудования для горячего водоснабжения района численностью 7 домов |
| 24 | Расчет и подбор оборудования для горячего водоснабжения района |

| | |
|----|--|
| | численностью 10 домов |
| 25 | Расчет и подбор оборудования для горячего водоснабжения района численностью 12 домов |
| 26 | Расчет и подбор оборудования для горячего водоснабжения района численностью 15 домов |
| 27 | Расчет и подбор оборудования для горячего водоснабжения района численностью 17 домов |
| 28 | Расчет и подбор оборудования для горячего водоснабжения района численностью 20 домов |
| 29 | Расчет и подбор оборудования для горячего водоснабжения района численностью 22 домов |
| 30 | Расчет и подбор оборудования для горячего водоснабжения района численностью 25 домов |

По изучению курса данной дисциплины студенты выполняют курсовую работу. Тема курсового проектирования: «Расчет и подбор оборудования отопительной котельной». Целью работы является расчет и подбор оборудования и закрепление основ построения систем распределения тепла

Объем курсового проектирования составляет 20-30 страниц формата А4. Графическая часть курсовой работы размещается на 2 листах формата А3.

Курсовое проектирование состоит из пояснительной записки и графической части, которые представляются студентом в форме отчетного документа. Задание включает в себя 30 вариантов наиболее часто встречающихся в сельском хозяйстве объектов теплоснабжения, что позволяет охватить все особенности ТП в сельском хозяйстве.

В состав курсового проектирования входит:

- общие сведения по проектированию;
- тепловой расчет;
- тепловой баланс;
- расчет теплообмена;
- оборудование;
- расчет рассеивания вредных выбросов;
- расчет системы на устойчивость.

Графическая часть включает в себя:

- функционально-структурную схему;
- принципиальную электрическую схему;

При выполнении курсового проектирования используется основная и дополнительная литература.

Вопросы к зачету (зачету с оценкой)

Не предусмотрены.

Для промежуточного контроля (ПКС-1.Способен осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве)

Вопросы к экзамену

1. Приведите классификацию и структуру топливно-энергетических ресурсов.
2. Как распределены топливно-энергетические ресурсы в регионах России?
3. Приведите структуру экспорта-импорта топливно-энергетических ресурсов.
4. Дайте основные определения, классификация и происхождение органического топлива.
5. Приведенные характеристики топлива. Условное топливо.
6. Дайте схемы производства тепловой энергии из органического топлива.
7. Дайте схемы производства и преобразования тепловой энергии из возобновляемых источников энергии.
8. Дайте схемы получения тепловой энергии в гелиоустановках и геотермальных установках.
9. Общие физико-химические основы теории горения топлива.
10. Нормативный метод теплового расчета.
11. Конвективные поверхности нагрева.
12. Теплообмен в конвективных поверхностях нагрева теплогенератора.
13. Особенности расчета теплообмена в пароперегревателях и низкотемпературных поверхностях нагрева экономайзеров и воздухоподогревателей.
14. Особенности теплового расчета водогрейных котлов.
15. Аэродинамический расчет теплогенератора.
16. Котлы на органическом топливе.
17. Топочные и горелочные устройств.
18. Топочные устройства со слоевым сжиганием твердого топлива.
19. Камерные топочные устройства.
20. Горелочные устройства.
21. Конвективные поверхности нагрева котлов.
22. Испарительные конвективные поверхности нагрева.
23. Пароперегреватели, назначение, классификация, схемы.
24. Низкотемпературные конвективные поверхности нагрева теплогенератора.
25. Экономайзеры: классификация, схемы и компоновка.

26. Внутрикотловая гидродинамика.
27. Температурный режим обогреваемых поверхностей нагрева.
28. Схемы движения воды и пароводяной смеси в системах с естественной и принудительной циркуляцией.
29. Гидравлический расчет контуров естественной циркуляции.
30. Нормативный метод гидравлического расчета паровых и водогрейных котлов.

Для промежуточного контроля (ПКС-3) способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве.)

31. Водный режим работы котлов.
32. Процессы в конвективных поверхностях нагрева котлов.
33. Расчет на прочность элементов котла.
34. Строительные конструкции и материалы котлов.
35. Топливное хозяйство тепловых станций, работающих на органическом топливе.
36. Водное хозяйство теплогенерирующих установок.
37. Тепловая схема теплогенерирующих установок.
38. Системы питания теплогенератора водой.
39. Шлакозолоудаление.
40. Тягодутьевые устройства.
41. Тепловой контроль и автоматизация процесса генерирования тепловой энергии.
42. Вредные выбросы с продуктами сгорания органических топлив.
43. Вредные жидкие стоки теплогенерирующих установок.
44. Основы технологических процессов, использующих низкотемпературную технику.
45. Требования к холодильной технике со стороны потребителей. Виды тепловых нагрузок.
46. Технология низкотемпературной обработки пищевых продуктов.
47. Изменение качества пищевых продуктов в зависимости от температуры хранения, способов охлаждения и отопления.
48. Сублимационная сушка.
49. Рабочие тела холодильных установок.
50. Холодильные компрессоры объемного действия.
51. Конструктивные схемы машин.
52. Теоретический и действительный циклы.
53. Холодопроизводительность.
54. Особенности применения различных способов охлаждения для получения низких температур.
55. Экологические аспекты применения низкотемпературной техники.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Контроль освоения дисциплины проводится в соответствии с Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация студентов». Текущий контроль по дисциплине позволяет оценить степень восприятия учебного материала и проводится для оценки результатов изучения разделов/тем дисциплины. Текущий контроль проводится как контроль тематический (по итогам изучения определенных тем дисциплины) и рубежный (контроль определенного раздела или нескольких разделов, перед тем, как приступить к изучению очередной части учебного материала).

Критериями оценки реферата являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

Оценка **«отлично»** – выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка **«хорошо»** – основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка **«удовлетворительно»** – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

Оценка **«неудовлетворительно»** – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

Критерии оценки знаний при проведении тестирования

Оценка **«отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 85 % тестовых заданий;

Оценка **«хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 70 % тестовых заданий;

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 51 %;

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

Результаты текущего контроля используются при проведении промежуточной аттестации.

Критерии оценки курсовой работы

Оценка **«отлично»** – курсовой работы выполнен в полном объеме с учетом всех установленных требований по структуре и содержанию; все проведенные расчеты подтверждают целесообразность выдвинутой идеи; стиль изложения материала и качество работы свидетельствуют о готовности обучающегося к профессиональной деятельности в области бизнес-планирования; во время защиты курсовой работы обучающийся держался уверенно, на все вопросы дал исчерпывающие ответы.

Оценка **«хорошо»** – курсовая работа выполнена в полном объеме с учетом всех установленных требований по структуре и содержанию; в целом расчеты выполнены верно при возможном наличии небольших ошибок, которые впоследствии были исправлены; качество работы свидетельствует о возможности обучающегося в дальнейшем заниматься разработкой бизнес-планов; во время защиты курсового проекта обучающийся держался достаточно уверенно, на все вопросы дал полные ответы.

Оценка **«удовлетворительно»** – курсовая работа выполнена в полном объеме с учетом всех установленных требований по структуре и содержанию; большая часть расчетов выполнена верно, в то же время есть существенные ошибки, которые были исправлены не полностью; во время защиты курсового проекта обучающийся держался недостаточно уверенно, не дал полные ответы на все вопросы.

Оценка **«неудовлетворительно»** – курсовая работа не соответствует установленным требованиям по структуре и содержанию; значительная часть расчетов содержит ошибки, которые не были исправлены полностью; во время защиты курсового проекта обучающийся держался неуверенно, не дал ответы на все вопросы либо не был допущен к защите из-за неготовности работы.

Критерии оценки на экзамене

Оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Как правило,

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимым для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных учебной программой, знаком с основной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, допустившему погрешности в ответах на экзамене или выполнении экзаменационных заданий, но обладающему необходимыми знаниями под руководством преподавателя для устранения этих погрешностей, нарушающему последовательность в изложении учебного материала и испытывающему затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не может продолжить обучение или приступить к деятельности по специальности по окончании университета без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная учебная литература

1. Монография. Нормативно-техническое и правовое регулирование возобновляемых источников энергии в современных условиях. Р.А. Амерханов, В.П.Камышанский, Д.А. Козюков, Б.К. Цыганков.— Режим доступа:https://edu.kubsau.ru/file.php/124/Normativno-tekhnicheskoe_i_pravovoe_regulirovanie_vozobnovljaemykh_istochnikov_energii_v_sovremennykh_uslovijakh.pdf. — Образовательный портал
2. Комарова, Н. А. Холодильные установки. Основы проектирования : учебное пособие / Н. А. Комарова. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2012. — 368 с.— Режим доступа:<http://www.iprbookshop.ru/iprbooks-reader?publicationId=14402>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Лифенцева, Л. В. Теплотехника : учебное пособие / Л. В. Лифенцева. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой

промышленности, 2010. — 188 с.— Режим доступа:<http://www.iprbookshop.ru/iprbooks-reader?publicationId=14394>.— ЭБС «IPRbooks»

Дополнительная учебная литература

4. Монография «Возобновляемые источники электроэнергии». О.В. Григораш, Ю.П. Степура, Р.А. Сулейманов, Е.А. Власенко, А.Г. Власов. — Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/124/01_Vozobnovljaemye_istochniki_ehlektronehnergii_O.V._Grigorash_JU.P._Stepura_R.A._Suleimanov_E.A._Vlasenko_A.G._Vlasov.pdf. — Образовательный портал
5. Монография. Солнечные фотоэлектрические станции. Р.А. Амерханов, О.В. Григораш, И.Б. Самородов Б.К. Циганков, Е.С. Воробьев — Режим доступа:https://edu.kubsau.ru/file.php/124/Monografija._Solnechnye_fotoehlektricheskie_stancii.pdf. — Образовательный портал
6. Агеев, М. А. Тепломассообменные процессы и установки промышленной теплотехники : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения / М. А. Агеев, А. Н. Мракин. — Саратов :Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 229 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/iprbooks-reader?publicationId=70284>.— ЭБС «IPRbooks»

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Электронно-библиотечные системы библиотеки, используемые в Кубанском ГАУим. И.Т. ТРУБИЛИНА

| № | Наименование ресурса | Тематика | Уровень доступа |
|---|--|--|--------------------------|
| 1 | Znaniium.com | Универсальная | Интернет доступ |
| 2 | Издательство «Лань» | Ветеринария Сельск. хоз-во Технология хранения и переработки пищевых продуктов | Интернет доступ |
| 3 | IPRbook | Универсальная | Интернет доступ |
| 4 | Научная электронная библиотека eLibrary (ринц) | Универсальная | Интернет доступ |
| 5 | Образовательный портал КубГАУ | Универсальная | Доступ с ПК университета |

| | | | |
|---|---------------------------------------|---------------|------------------------|
| 6 | Электронный Каталог библиотеки КубГАУ | Универсальная | Доступ с ПК библиотеки |
|---|---------------------------------------|---------------|------------------------|

Перечень Интернет сайтов:

1. <https://kiptorg.ru/kontakty>
2. <https://owen.ru/>
3. <https://insat.ru/products/?category=9>
4. <https://mppnik.ru/publ/472-tehnologiya-proizvodstva-kombikormov.html>
5. <https://ru.wikipedia.org>

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Монография «Возобновляемые источники электроэнергии». О.В. Григораш, Ю.П. Степура, Р.А. Сулейманов, Е.А. Власенко, А.Г. Власов .
— Режим доступа:
https://edu.kubsau.ru/file.php/124/01_Vozobnovljaemye_istochniki_ehлектроehnergii_O.V._Grigorash_JU.P._Stepura_R.A._Suleimanov_E.A._Vlasenko_A.G._Vlasov.pdf . — Образовательный портал

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют: обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет"; фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы; организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов; контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

Перечень лицензионного ПО

| № | Наименование | Краткое описание |
|---|---|--------------------------|
| 1 | Microsoft Windows | Операционная система |
| 2 | Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint) | Пакет офисных приложений |

Примерный перечень свободно распространяемого ПО

| № | Наименование | Краткое описание |
|---|--|---|
| 1 | Среда программирования CODESYS версия 2.3.9.41 (Русифицированная версия) | https://owen.ru/product/codesys_v2 |
| 2 | ОПС-серверы ИнСАТ (Master SCADA) | https://owen-prom.ru/katalog/programmnoe-obespechenie-ustroystva-svyazi/opc-servery/opc-servery-insat-masterscada/ |
| 3 | Среда программирования Owen Logic | https://owen.ru/product/programmnoe-obespechenie_owen_logic/software |
| 4 | Конфигуратор СП300 V2.D3k-5 | https://owen.ru/product/sp3xx/modifications |
| 5 | EASY-SOFT6 PRO | http://applications.eaton.eu/sdlc?lx=11 |

12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине

Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности

| № | Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы | Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе, помещений для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения | Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательных программ в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор) |
|----|--|--|--|
| 1. | Электрооборудование теплогенерирующих и холодильных установок | Помещение №2 ЭЛ, посадочных мест — 100; площадь — 129,6 м²; учебная аудитория для проведения учебных занятий . специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); | 350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13 |

| | | | |
|----|--|--|--|
| | | программное обеспечение: Windows, Office. | |
| 2. | Электрооборудование теплогенерирующих и холодильных установок | Помещение №204 ЭЛ, площадь — 68,8 м ² учебная аудитория для проведения учебных занятий. кондиционер — 1 шт.; технические средства обучения (экран — 1 шт.; проектор — 1 шт.); специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель). | 350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13 |
| 3. | Электрооборудование теплогенерирующих и холодильных установок | Помещение №202 ЭЛ, посадочных мест — 22; площадь — 35,3 м ² учебная аудитория для проведения учебных занятий. лабораторное оборудование (стенд лабораторный — 1 шт.); специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель). | 350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13 |
| 4. | Электрооборудование теплогенерирующих и холодильных установок | Помещение №205 ЭЛ, посадочных мест — 28; площадь — 87,3 м ² ; помещение для самостоятельной работы обучающихся. технические средства обучения (принтер — 1 шт.; экран — 1 шт.; сетевое оборудование — 1 шт.; компьютер персональный — 14 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; специализированная мебель (учебная мебель). Программное обеспечение: Windows, Office, специализированное лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, предусмотренное в рабочей программе | 350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13 |