

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

СОГЛАСОВАНО

Директор института
магистратуры

к.э.н., доцент  Ярмоленко И. В.

« 28 »  2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики,
информационных технологий и
управляющих систем

к.т.н., доцент  А. В. Белоусов
« 28 »  2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

УПРАВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ЭНЕРГОСИСТЕМАМИ

направление подготовки

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электропривод и автоматика механизмов и технологических комплексов

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Белгород – 2019

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – Магистратура по направлению подготовки 13.04.02, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018г. №147;
- плана учебного процесса БГТУ им. В. Г. Шухова, введенного в действие в 2019 году.

Составитель: канд. техн. наук, доцент Лимарев А. И. Лимаров

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматике

« 18 » мая 20 19 г., протокол № 12

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

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой электроэнергетики и автоматике

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

« 18 » мая 20 19 г.

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

« 28 » мая 20 19 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доцент Семернин А. Н. Семернин

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
проектные	ПКВ-1. Способен разрабатывать концепции электропривода.	ПКВ1.1.Способен формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства.	<p>Знания назначения, классификации и принцип действия различных распределённых энергосистем; иметь представление о протекающих в них физических процессах.</p> <p>Умения составлять принципиальные, структурные и функциональные схемы автоматического контроля и управления как крупных объектов, так и локальных систем регулирования; производить выбор и обоснование средств контроля и управления, элементов автоматизации технологических процессов.</p> <p>Навыки расчёта и анализа разрабатываемых систем управления и регулирования.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПКВ-1. Способен разрабатывать концепции электропривода.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Схемотехника
2	Производственная проектная практика
3	Микропроцессорные системы
4	Системы автоматизированного проектирования электроприводов
5	Управление распределёнными энергосистемами
6	Производственная преддипломная практика
7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины, час	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	71
лекции	33
лабораторные	11
практические	22
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
Экзамен	36

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Автоматизация энергетических объектов типа паровых котлоагрегатов					
1.1	Предмет, структура курса «Управление распределёнными энергосистемами», задачи его изучения. Понятие распределённых энергосистем. Особенности и тенденции развития современных автоматизированных систем управления распределёнными энергосистемами. Основные понятия и определения. Классификация распределённых энергосистем.	2			1
1.2	Паровой котёл и его особенности. Классификация паровых котлов. Типовые схемы паровых котлов. Основные технологические процессы с использованием паровых котлоагрегатов и их особенности.	2	2		2
1.3	Основные характеристики и особенности парового котла типа ДКВР. Блок-схема парового котла типа ДКВР. Принцип и алгоритм работы. Основные регулируемые и регулирующие величины котлоагрегата типа ДКВР. Основные характеристики и особенности дополнительного оборудования (вен-	2	2		2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	тиляторы и дымососы). Описание принципов работы и особенностей экономайзера и деаэратора питательной воды. Особенности нагрузки энергетических систем типа паровых котлов.				
1.4	Анализ технологического процесса работы котла ДКВР как объекты автоматизации. Блок-схема автоматизации котла ДКВР. Описание основных контуров регулирования. Функциональные схемы локальных САР разряжения в топочной камере и регулирования давления пара. САР регулирования подачи смеси «газ-воздух» и её особенности.	2	2		4
1.5	Особенности математической модели объекта управления котла ДКВР. Уравнения движения по различным каналам регулирования. Математическое описание объектов управления котла ДКВР. Расчёт параметров настройки регулятора на примере канала регулирования по давлению отходящего пара. Оценка качества переходных процессов автоматических систем регулирования.	2	2		4
1.6	Основные элементы и оборудование для автоматизации технологических процессов. Типы основных датчиков температуры, давления, газоанализаторов и регулирующих устройств. Особенности специализированного микроконтроллера для автоматизации котла типа ДКВР. Структура и алгоритмы работы типовых контроллеров в системах автоматизации котла.	2	2	6	4
2. Автоматизация энергетических объектов типа водогрейных котлов					
2.1	Основные характеристики и особенности водогрейного котла типа КВ-ГМ. Блок-схема водогрейного котла типа КВ-ГМ. Принцип и алгоритм работы. Основные регулируемые и регулирующие величины котлоагрегата типа КВ-ГМ. Основные характеристики и особенности дополнительного оборудования типа дутьевого вентилятора, дымососа и газомазутной горелки. Особенности нагрузки энергетических систем типа водогрейных котлов. Использование водогрейных котлов КВ-ГМ в миниотельных для обеспечения поступления теплоносителя в системы отопления зданий и горячего водоснабжения.	3	2		4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
2.2	Анализ технологического процесса работы водогрейного котла КВ-ГМ как объекты автоматизации. Блок-схема автоматизации котла КВ-ГМ. Описание основных контуров регулирования. Функциональные схемы локальных САР стабилизации температуры выходной воды и разряжения в конвективном газоходе. САР управления горелочным устройством и регулирования подачи смеси «газ-воздух». САР коррекции состава смеси «газ-воздух» по температуре воды на входе котла. Перечень основных технологических защит системы управления.	2			2
2.3	Особенности математической модели объекта управления водогрейного котла КВ-ГМ. Уравнения движения по различным каналам регулирования. Математическое описание объектов управления котла КВ-ГМ. Расчёт параметров настройки регулятора для канала регулирования по температуре отходящей воды. Оценка качества переходных процессов автоматических систем регулирования котлоагрегата.	2			4
2.4	Основные элементы и оборудование для автоматизации технологических процессов. Типы основных датчиков температуры, давления, газоанализаторов и регулирующих устройств. Особенности специализированного микроконтроллера для автоматизации водогрейного котла типа КВ-ГМ. Структура и алгоритмы работы типовых контроллеров в системах автоматизации котла.	2	4	2	4
3. Автоматизация типовых энергетических объектов для химических технологий					
3.1	Особенности туннельной печи и принцип её работы. Блок-схема автоматизации и описание основных локальных САР туннельной печи. Особенности автоматизации сушильного барабана и описание его локальных САР. Блок-схема автоматизации и описание локальных САР вращающейся печи.	2			2
3.2	Автоматизация процесса обжига цементного клинкера. Системы автоматического контроля и регулирования процесса обжига клинкера в печах, работающих по мокрому/сыхому способу. Специализированные средства контроля процесса обжига клинкера в печах, работающих по сухому способу. Автоматизация процесса помола клинкера.	2			2
4. Автоматизация типовых потребителей тепловой энергии					

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
4.1	Основные потребители тепловой энергии. Структура автоматизированной системы теплоснабжения распределённых энергосистем. Системы с комбинированными источниками теплоснабжения.	2			2
4.2	Классификация и основные элементы систем теплоснабжения и систем горячего водоснабжения. Системы автоматического регулирования температурных режимов теплоносителя в теплообменнике.	2	2		4
4.3	Особенности регулирования теплового режима при независимом присоединении систем отопления к теплосетям. Особенности узла учёта теплоснабжения.	2	2	2	6
4.4	Приточно-вытяжные установки (ПВУ). Основные элементы и регулируемые параметры. Фильтры очистки воздуха в ПВУ. Блок-схемы автоматизации одноступенчатых и двухступенчатых приточно-вытяжных систем и описание локальных САР.	2	2	1	6
	ВСЕГО	33	22	11	55

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Автоматизация энергетических объектов типа паровых котлоагрегатов	Выбор современного оборудования автоматизации для типовых паровых котлов. Разработка математической модели парового котла с учётом выбранного оборудования.	2	2
		Расчёт параметров настройки регулятора для канала регулирования по давлению отходящего пара.	4	2
		Выбор современного оборудования автоматизации для типовых водогрейных котлов. Разработка математической модели водогрейного котла с учётом выбранного оборудования.	4	2
		Расчёт параметров настройки регулятора для канала регулирования по температуре воды на выходе котла.	2	2
2	Автоматизация типовых энергетических объектов для химических технологий	Разработка блок-схемы автоматизации типового энергетического объекта на примере зоны обжига туннельной печи.	2	2
		Разработка блок-схемы автоматизации колосникового холодильника вращающейся печи.	2	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
		Разработка блок-схемы автоматизации мокрого помола сырьевых материалов.	2	2
3	Автоматизация типовых потребителей тепловой энергии	Разработка блок-схем автоматизации индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) систем отопления и ГВС зданий при зависимом и независимом присоединении к теплосетям.	2	2
		Разработка блок-схем автоматизации одноступенчатых и двухступенчатых приточно-вытяжных установок (ПВУ).	2	2
ИТОГО:			22	17

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Автоматизация типовых энергетических объектов типа паровых котлоагрегатов	Исследование автоматизированных паровых котлоагрегатов, а так же регулирования по каналу «температура в топочной камере - давление в паровом котле».	4	4
		Исследование автоматизированных водогрейных котлоагрегатов, а так же регулирования по каналу «температура в топочной камере - температура теплоносителя на выходе котла».	4	4
2	Автоматизация типовых энергетических объектов для химических технологий	Исследование особенностей автоматизированного сушильного барабана.	3	3
		Исследование автоматизированного помола сырьевых материалов.	2	2
3	Автоматизация типовых потребителей тепловой энергии	Исследование типового оборудования автоматизированных ИТП систем отопления и ГВС.	2	2
		Изучение типового оборудования автоматизированной одноступенчатой приточно-вытяжной установки (ПВУ).	2	2
ИТОГО:			17	17

3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Автоматизация типовых энергетических объектов типа паровых котлоагрегатов	<ol style="list-style-type: none">1. Понятие распределённых энергосистем. Классификация и основные особенности.2. Паровой котел и его особенности.3. Классификация и типовые схемы паровых котлов.4. Основные характеристики парового котла ДКВР и его оборудование.5. Алгоритм работы парового котла ДКВР.6. Особенности дополнительного оборудования типа вентиляторов и дымососа.7. Особенности дополнительного оборудования типа горелочного устройства и экономайзера.8. Анализ технологического процесса работы котла ДКВР как объекта автоматизации.9. Блок-схема автоматизации парового котла типа ДКВР.10. Локальные САР и их особенности при автоматизации энергетического объекта типа парового котла.11. Структурная схема САР по каналу регулирования «температура в топочной камере - давление на выходе парового котла».12. Особенности математической модели парового котла. Уравнение движения по заданному каналу регулирования, передаточная функция, переходные характеристики.13. Определение структуры и расчёт параметров настройки регулятора давления пара в топочной камере парового котла.
2	Автоматизация типовых энергетических объектов типа водогрейных котлоагрегатов	<ol style="list-style-type: none">14. Водогрейный котел и его особенности. Классификация и типовые схемы водогрейных котлов.15. Основные характеристики водогрейного котла КВ-ГМ и его оборудование. Алгоритм работы водогрейного котла.16. Особенности дополнительного оборудования типа вентиляторов, дымососа и газомазутной горелки.17. Особенности блок-схемы автоматизации котлоагрегатов КВ-ГМ. Основные функциональные схемы автоматизации локальных САР.18. Особенности нагрузки энергетических систем типа паровых и водогрейных котлоагрегатов.19. Современные автоматизированные миникотельные на базе водогрейных котлов типа КВ-ГМ. Структурная схема и основная элементная база.20. Структурная схема САР по каналу регулирования «температура в топочной камере - температура теплоносителя на выходе водогрейного котла».

		<p>21. Особенности математической модели водогрейного котла. Уравнение движения по заданному каналу регулирования, передаточная функция, переходные характеристики.</p> <p>22. Определение структуры и расчёт параметров настройки регулятора температуры теплоносителя на выходе водогрейного котла.</p>
3	Автоматизация типовых энергетических объектов для химических технологий	<p>23. Типовые энергетические объекты для химических технологий типа туннельных печей.</p> <p>24. Типовые энергетические объекты для химических технологий типа сушильный барабан.</p> <p>25. Типовые энергетические объекты для химических технологий типа вращающаяся печь с колосниковым холодильником.</p> <p>26. Схема автоматизации установки мокрого помола сырьевых материалов.</p>
4	Автоматизация типовых потребителей тепловой энергии	<p>27. Структура и основные элементы современной автоматизированной системы теплоснабжения распределенных энергосистем.</p> <p>28. Блок-схема и функциональная схема систем отопления здания.</p> <p>29. Комбинированное использование источников теплоснабжения.</p> <p>30. Функциональная схема автоматизации САР температуры теплоносителя в теплообменнике. Одноступенчатые и двухступенчатые схемы теплоснабжения.</p> <p>31. Особенности контроллеров в системах теплоснабжения.</p> <p>32. Особенности математической модели динамических нагнетателей типа насоса. Получение передаточной функции и переходных характеристик.</p> <p>33. Синтез регулятора тока статора электропривода насоса.</p> <p>34. Приточно-вытяжные установки. Назначение и особенности. Блок-схема автоматизации одноступенчатой ПВУ.</p> <p>35. Приточно-вытяжные установки. Блок-схема автоматизации двухступенчатой ПВУ. Описание основных локальных САР.</p> <p>36. Особенности пофасадного регулирования при независимом присоединении.</p> <p>37. Особенности пофасадного регулирования при зависимом присоединении.</p> <p>38. Функциональная схема теплосчётчика для узла учёта теплоснабжения при пофасадном регулировании.</p>

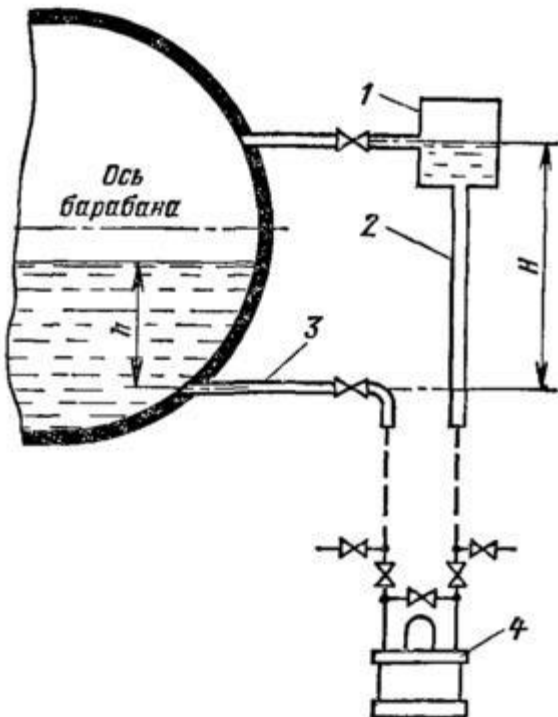
5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

Пример расчетно – графического задания

Вариант 1.

Разработать функциональную схему автоматизации заводской котельной установки содержащую:

- 1.Контур автоматической регулировки уровня воды в парогенераторе $P= 20$ МПа, $L=+ 60$ мм.



- 2.Контур автоматической регулировки солесодержания в котловой воде.
- 3.Контур контроля температуры дымовых газов перед шибером.
- 4.Контур контроля расхода пара ($D= 200$ мм, $Q= 5$ т\ч)
- 5.Предусмотреть блокировку подачи газа по уменьшению уровня воды в барабане.

Подобрать средства автоматизации.

Вариант 2.

Разработать функциональную схему автоматизации заводской котельной установки содержащую:

- 1.Контур автоматической регулировки уровня воды в парогенераторе $P= 18$ МПа, $L=+ 50$ мм.
- 2.Контур автоматической регулировки солесодержания в котловой воде.
- 3.Контур контроля температуры дымовых газов перед шибером.
- 4.Контур контроля расхода пара ($D= 250$ мм, $Q= 20$ т\ч)

5.Предусмотреть блокировку подачи газа по уменьшению уровня воды в барабане.

Подобрать средства автоматизации.

Вариант 3.

Разработать функциональную схему автоматизации заводской котельной установки содержащую:

1.Контур автоматической регулировки уровня воды в парогенераторе

$P= 8 \text{ МПа}$, $L=+ 75 \text{ мм}$.

2.Контур автоматической регулировки давления в барабане котла

3.Контур контроля температуры дымовых газов после топки .

4.Контур контроля расхода пара ($D=250 \text{ мм}$, $Q= 12 \text{ т\ч}$)

5.Предусмотреть блокировку подачи газа по погасанию пламени горелки.

Подобрать средства автоматизации.

Вариант 4.

Разработать функциональную схему автоматизации заводской котельной установки содержащую:

1.Контур автоматической регулировки уровня воды в парогенераторе

$P= 12 \text{ МПа}$, $L=+ 100 \text{ мм}$.

2.Контур автоматической регулировки солесодержания в котловой воде.

3.Контур контроля температуры дымовых газов перед шибером.

4.Контур контроля расхода пара ($D=220 \text{ мм}$, $Q=10\text{т\ч}$)

5.Предусмотреть сигнализацию по уменьшению уровня воды в барабане.

Подобрать средства автоматизации.

Вариант 5.

Разработать функциональную схему автоматизации заводской котельной установки содержащую:

2.Контур автоматической регулировки уровня воды в парогенераторе

$P= 18 \text{ МПа}$, $L=+ 100 \text{ мм}$.

2.Контур автоматической регулировки соотношения газ-воздух.

3.Контур контроля температуры питательной воды перед котлом.

4.Контур контроля расхода пара ($D= 250 \text{ мм}$, $Q= 20\text{т\ч}$)

5.Предусмотреть сигнализацию по уменьшению разрежения в топке котла.

Подобрать средства автоматизации.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Крылов, Ю.А. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Крылов, А.С. Карандаев, В.Н. Медведев. — Электрон.дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10251>. — Загл. с экрана.
2. Потапенко А.Н. Автоматизация и управление процессами теплоснабжения зданий: учебное пособие / А.Н. Потапенко, А.С. Солдатенков, А.В. Белюсов – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 262 с. — Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016062712134987400000653801> — Загл. с экрана.
3. Потапенко А.Н. Датчики и регуляторы в системах теплоснабжения: учебное пособие / - Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 251 с.— Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016062710210228800000655582> — Загл. с экрана.
4. Андриюшин А.В., Управление и инноватика в теплоэнергетике [Электронный ресурс] : учебное пособие / Андриюшин А.В., Сабанин В.Р., Смирнов Н.И.. — Электрон.дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. — 392 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72310>. — Загл. с экрана.
5. Соколов, В.Ю. Энергосбережение в системах жизнеобеспечения [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ю. Соколов, С.В. Митрофанов, А.В. Садчиков. — Электрон.дан. — Оренбург : ОГУ, 2016. — 200 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97998>. — Загл. с экрана.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Протасевич, А.М. Энергосбережение в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Протасевич. — Электрон.дан. — Минск : Новое знание, 2012. — 286 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2938>. — Загл. с экрана.
2. Гайдук, А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. — Электрон.дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90161>. — Загл. с экрана.
3. Шидловский С. В. Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный учебник]: учебное пособие / Шидловский С. В., 2005, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - 100 с. —Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/13918>— Загл. с экрана.
4. Посашков, М.В. Энергосбережение в системах теплоснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.В. Посашков, В.И. Немченко, Г.И. Титов.

- Электрон.дан. — Самара : АСИ СамГТУ, 2014. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73928>. — Загл. с экрана.
5. Гайдук, А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. — Электрон.дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90161>. — Загл. с экрана.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Энергетические объекты. Паровые котлы серии ДКВР [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.generation-eo.ru/par_kotly/dkvr.— Заглавие с экрана.
2. Бийский котельный завод. Серия КВ-ГМ (ДЕВ) 2,9-17,4 МВт [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.bikz.ru/production/kotly_vodogreynie/gaz_zhidkoe_toplivo/serii_kv-gm_dev_2_9_4_65_7_56_11_63_17_4_mvt/.— Заглавие с экрана.
3. Автоматизация котлов. АСУ ТП котлоагрегата [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.krug2000.ru/decisions/solutions_energy/asu_tp_kotloagregata.html. — Заглавие с экрана.
4. Автоматика котельных: система автоматизации котельного оборудования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cit-avtomatika.ru/catalogue/avtomatizaciya/kotelnyh/>— Заглавие с экрана.
5. Полтраф.Промышленная автоматика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://poltraf.ru/>.— Заглавие с экрана.
6. MATLAB. Exponenta. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем. Содержание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/simulink/book1/index.php>.— Заглавие с экрана.
7. Тематический план лекционных занятий дисциплины "Теория систем автоматического регулирования" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://model.exponenta.ru/lectures/contents.htm>.— Заглавие с экрана.
8. Контроллеры ICP-CON [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://icp-das.ru>.— Заглавие с экрана.
9. Промышленная автоматика Danfoss [Электронный ресурс]. – электрон. текст. дан. - Режим доступа: <http://danfoss.com>. — Заглавие с экрана.
- 10.Каталог оборудования для автоматизации компании ОВЕН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.owen.ru/catalog> . — Заглавие с экрана.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия – аудитории МК 211 и МК 215, оснащенная доской и презентационной техникой (ноутбук, проектор, экран), комплектом электронных презентаций.

Практические занятия – аудитория МК 212, оснащенная доской, наглядными материалами и плакатами;

Лабораторные занятия – аудитория МК 215, оснащенная информационными стендами; демонстрационная зона по энергосбережению при БГТУ им. В.Г. Шухова (автоматизированные ИТП механического, главного, аудиторного и лабораторного корпусов). Автоматизированные ИТП содержат следующее оборудование для выполнения лабораторных работ:

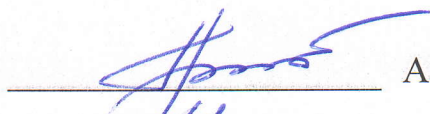
- Измерительные приборы: портативный электроанализатор количества и качества энергии AR 5M Circutor, ультразвуковой толщиномер Sonage, Sonatest, ультразвуковой расходомер жидкости Portaflow, люксметр RS 180-7133, инфракрасный электронный термометр (пирометр) RayHx4P Raytek, тахометр КМ 6002, тепловизор TVS-110, термоанемометр Testo 425;
- Регулятор перепада давления типа IVD/IVF;
- Седельный регулирующий клапан типа VB2;
- Исполнительный механизм типа AMV;
- Электронный регулятор температуры (контроллер) типа ECL Comfort 300;
- Циркуляционные насосы фирмы “Грундфос”, в том числе, и моноблоки этих насосов;
- Датчики температуры в системах теплоснабжения: ESM 10 – датчик применяется для измерения температуры наружного и внутреннего воздуха в зданиях, ESMU – погружной датчик температуры, ESM 11 – датчик температуры накладного типа.

Для лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов предусмотрен компьютерный класс МК 424, оснащенный презентационной техникой (проектор AcerProjector P1165) и персональными компьютерами (IntelCore i3-8100 CPU 3.60 ГГц/ Gigabyte Z370 HD3/ RAM 8192 Мб/ HDD 1 Тб/ NVIDIA GeForce GTX 750/ AOC 23,8"/ ASUS DRW-24D5MT/ Wi-Fi/ LAN100Mb/ CyberPower BS850E), с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. Для практических занятий используется предустановленное лицензионное программное обеспечение Microsoft: Windows 10 Корпоративная (Enterprise) (№ дог. E04002C51M), OfficeProfessionalPlus 2016 (№ дог. E04002C51M), специализированное программное обеспечение для расчета и моделирования электрических схем в установившемся и переходном режимах: Matlab 2013b № договора 362444, математический редактор MathcadExpress (бесплатная версия).

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от « 14 » мая 2020 г.

Заведующий кафедрой ЭиА  А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС  А.В. Белоусов

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «15» мая 2021г.

Заведующий кафедрой _____  Белоусов А.В.

Директор института _____  Белоусов А.В.