

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого

О.Д. Асенчик

30.06.2016

Регистрационный № УД-52-19/уч.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»

2016

Учебная программа составлена на основе:

образовательного стандарта высшего образования первой ступени ОСВО 1– 43 01 05-2013; учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» № I 43-1-20/уч, от 17.09.2013, № I 43-1-40/уч, от 20.09.2013, № I 43-1-23/уч, от 13.02.2014.

СОСТАВИТЕЛИ:

С.Е. Селеня, старший преподаватель кафедры «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»;

В.В. Киселевич, ассистент кафедры «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Т.В. Алферова, доцент кафедры «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;

С.И. Устиненко, заместитель начальника Западного района тепловых сетей по котельным оборудованям.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 6 от 24.05.2016); УД-УП-2-0070

Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 10 от 27.06.2016);

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 02.06.2016); *УДЗ-084-204*

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 *д.р. 06*, 2016).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Автоматизация является мощным средством повышения эффективности производства, реализации всех резервов работы оборудования. Как показывает практика, затраты на автоматизацию, если ее системы хорошо спроектированы и правильно используются, окупаются за 0,5 – 1 года, а высокоавтоматизированные процессы и аппараты оказываются вне конкуренции. Многие современные теплотехнологические установки без системы автоматизации вообще работать не могут, в силу быстродействия происходящих в них теплофизических процессов, их не стабильности и переменчивости.

Дисциплина «Системы автоматического управления теплотехнологическими процессами» (АСУ ТТП) изучает основные понятия в области создания и эксплуатации автоматизированных систем управления теплоэнергетическими, теплотехнологическими процессами и установками и их практическое применение.

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины «Системы автоматического управления теплотехнологическими процессами» (АСУ ТТП) является получение и овладение основными знаниями в области создания и эксплуатации автоматизированных систем управления теплоэнергетическими и теплотехнологическими процессами и установками.

Задачей изучения дисциплины является:

- изучение студентами современных принципов построения автоматизированных систем управления теплоэнергетическими и теплотехнологическими процессами и установками;
- овладение теоретическими основами систем автоматического управления (САУ) теплоэнергетическими и теплотехнологическими процессами, расчёта и оптимизации параметров настройки систем автоматического управления, алгоритмирования задач управления;
- ознакомление с арсеналом современных технических средств автоматизации и принципиальными схемами автоматизации распространенных объектов промышленной теплоэнергетики.

2. Связи с другими учебными дисциплинами

Данная дисциплина является компонентом учреждения высшего образования в цикле специальных дисциплин, для изучения которой студентам следует знать: «Физика», «Высшая математика», «Информатика», «Метрология, Стандартизация и управление качеством», «Основы промышленной электроники» «Теплотехнические измерения и основы автоматического регулирования», «Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки», «Режимы работы теплотехнологических установок», «Промышленные теплообменные процессы и установки», «Котельные установки промышленных предприятий».

3. Требования к освоению учебной дисциплины (в соответствии с образовательным стандартом ОСВО 1 - 43 01 05-2013)

3.1. Требования к знаниям и умениям студентов после изучения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Системы автоматического управления теплотехнологическими процессами» студент должен

знать:

- основные принципы построения АСУ ТТП;
- теоретические основы расчёта и оптимизации АСУ ТТП;
- способы алгоритмирования задач управления;
- технические средства и схемы автоматизации промышленных объектов;

уметь:

– определять статические и динамические характеристики объектов управления;

- осуществлять оценку качества регулирования промышленных объектов;
- оптимизировать схемы автоматизации паровых и водогрейных котлов;
- выполнять автоматизацию вспомогательного оборудования котельных;
- производить анализ алгоритмов работы САУ криогенных систем;

владеть:

– методами автоматизации средне- и высокотемпературных процессов теплотехнологических систем;

– способами расчёта САУ термовлажностных и низкотемпературных теплотехнологических систем;

– методами расчёта САУ теплообменных аппаратов и систем кондиционирования воздуха.

Освоение учебной программы УВО по дисциплине «Системы автоматического управления теплотехнологическими процессами» должно обеспечить формирование академических, социально – личностных и профессиональных компетенций.

3.2. Требования к академическим компетенциям студента

По итогам освоения дисциплины студент должен:

– АК-1. Уметь применять базовые научно-технические знания для решения теоретических и практических задач.

– АК-4. Уметь работать самостоятельно.

– АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

– АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

3.3. Требования к профессиональным компетенциям специалиста

По итогам освоения дисциплины специалист должен:

– ПК-2. Проводить научные исследования, уметь ставить эксперименты, проводить измерения и компьютерную обработку экспериментальных данных;

– ПК-3. Выполнять конструкторские и проектные работы с использованием компьютерных технологий, знать требования к выполнению проектно-конструкторских работ и нормативную документацию;

- ПК-4. Изучать и применять на практике инновационные технологии в системах автоматического управления теплотехнологическими процессами.
- ПК-12. В составе коллектива специалистов или самостоятельно осуществлять рационализаторскую и изобретательскую деятельность.
- ПК-13. Вести поиск альтернативных методов решения профессиональных задач с учетом последних достижений науки и техники.
- ПК-17. Анализировать и оценивать тенденции развития техники и технологий.
- ПК-25. Готовить доклады, материалы к презентациям и представлять их на них.

4. Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста

Данная дисциплина формирует у студента необходимые при работе на должностях инженера-энергетика и главного энергетика знания систем автоматического управления теплоэнергетическими и теплотехнологическими процессами.

5. Количество часов всего и аудиторных часов по формам получения образования:

всего часов по дисциплине – 126, аудиторных часов: по дневной форме – 64, по заочной форме – 14, по заочной основе среднего специального образования – 12 часов. Трудоемкость дисциплины – 3 зачётные единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий

Специальность, форма получения образования	Курс	Семестр	Количество аудиторного времени, часов				
			Лекции	Практ.	Лабор.	Ауд.	Зач. ед.
1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» (дневная форма)	5	9	32	32	–	64	3
1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» (заочная форма)	5, 6	10, 11	8	6	–	14	3
1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» (заочная форма на основе среднего специального)	3	5, 6	6	4	2	12	3

Специальность, форма получения образования	Формы текущей аттестации, семестр			
	Экз.	Зачет	Тест	Курсовой проект (работа)
1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» (дневная форма)	–	9	–	–
1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» (заочная форма)	–	11	–	–
1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» (заочная форма на основе среднего специального)	6	–	–	–

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Предмет и задачи курса.

Общие сведения об автоматизированных системах управления (АСУ) производственными процессами. Понятие об автоматизированной системе управления отраслью промышленности (АСУ ОП), промышленным предприятием (АСУ ПП), технологическими процессами (АСУ ТП) и теплотехнологическими процессами и установками (АСУ ТТП);

Тема 2. Принципы построения САУ.

Алгоритмы функционирования САУ. Принцип управления по отклонению. Принцип управления по возмущению (принцип компенсации возмущения). Принцип комбинированного управления. Принцип адаптации (приспособления). Статическое и астатическое регулирование. Программное управление. Следящие системы. Стабилизирующие системы.

Тема 3. Статические и динамические характеристики объектов управления.

Аналитические и экспериментальные методы определения статических и динамических характеристик объектов управления. Планирование и проведение эксперимента по определению разгонных, импульсных и частотных характеристик объектов управления. Практическое применение статических и динамических характеристик объектов управления.

Тема 4. Технические средства автоматизации.

Классификация технических средств, входящих в системы автоматического управления. Структура и функциональный состав технических средств АСУ ТТП. Датчики систем автоматического регулирования. Стандартные информационные сигналы. Преобразователи температуры. Преобразователи давления. Преобразователи расхода. Датчики линейных перемещений.

Тема 5. Основные требования к техническим средствам автоматизации.

Стандартизация и унификация технических средств автоматизации. Принципы технической реализации алгоритмов управления с помощью аналоговых и цифровых средств. Микропроцессорная техника. Реализация законов регулирования с помощью обратных связей и программного управления. Регуляторы прямого и не прямого действия. Их применение в теплоэнергетике и теплотехнологии. Надёжность технических средств автоматизации.

Тема 6. Качество регулирования систем автоматического управления (САУ).

Перерегулирование, время регулирования, колебательность. Статистическая ошибка. Интегральные показатели качества. Оценка качества по частотным характеристикам. Устойчивость систем автоматического управления. Понятие устойчивости. Устойчивость по Ляпунову. Основное условие устойчиво-

сти. Критерий устойчивости Рауса-Гурвица. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста.

Тема 7. Автоматизация котельных установок.

Требования действующих ТНПА к степени автоматизации котельных установок. Основные принципы автоматизации котельных. Технологические защиты котлов. Автоматизация водогрейных котлов. Автоматизация паровых котлов. Автоматизация котлов на газовом топливе. Автоматизация топливо сжигающих устройств. Автоматизация систем водоподготовки. Автоматизация топливо подготавливающих устройств. Автоматизация парогенераторов.

Тема 8. Автоматизация вспомогательного оборудования котельных.

Требование действующих ТНПА к степени автоматизации вспомогательного оборудования котельных. Автоматическое регулирование РУ и РОУ. Регулятор «уровня в деаэраторе». Регулирование параметров теплоносителя в теплосети. Регулирование подпитки теплосети.

Тема 9. Автоматизация объектов промышленной теплоэнергетики. Криогенные технологические системы.

Основные разновидности теплоэнергетических и теплотехнологических объектов управления. Требования действующих ТНПА к автоматизации теплоэнергетических и теплотехнологических объектов. Особенности автоматизации криогенных технологических систем. Основные алгоритмы работы САУ криогенных технологических систем и требования к ним.

Тема 10. САУ высокотемпературных теплотехнологических систем.

Особенности автоматизации высокотемпературных теплотехнологических систем. Требования действующих ТНПА к степени их автоматизации. Основные алгоритмы работы САУ высокотемпературных технологических систем и требования к ним.

Тема 11. САУ среднетемпературных технологических систем.

Особенности автоматизации среднетемпературных теплотехнологических систем. Требования действующих ТНПА к степени их автоматизации. Основные алгоритмы работы САУ высокотемпературных технологических систем

Тема 12. САУ термовлажностных и низкотемпературных теплотехнологических систем.

Особенности автоматизации термовлажностных и низкотемпературных теплотехнологических систем. Требования действующих ТНПА к степени их автоматизации. Основные алгоритмы работы САУ термовлажностных и низкотемпературных технологических систем Особенности и алгоритм работы САУ теплообменных аппаратов. Особенности и алгоритм работы САУ систем кондиционирования воздуха.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Предмет и задачи курса.	2	2					Зачёт
2	Тема 2. Принципы построения САУ.	2	2					Зачёт
3	Тема 3. Статические и динамические характеристики объектов управления.	2	2					Зачёт
4	Тема 4. Технические средства автоматизации.	4	4					Зачёт
5	Тема 5. Основные требования к техническим средствам автоматизации.	2	2					Зачёт
6	Тема 6. Качество регулирования систем автоматического управления (САУ).	2	2					Зачёт
7	Тема 7. Автоматизация котельных установок.	2	2					Зачёт
8	Тема 8. Автоматизация вспомогательного оборудования котельных.	2	2					Зачёт
9	Тема 9. Автоматизация объектов промышленной теплоэнергетики. Криогенные технологические системы.	2	2					Зачёт
10	Тема 10. САУ высокотемпературных теплотехнологических систем.	4	4					Зачёт
11	Тема 11. САУ среднетемпературных технологических систем.	4	4					Зачёт
12	Тема 12. САУ термовлажностных и низкотемпературных теплотехнологических систем.	4	4					Зачёт
	ВСЕГО	32	32					

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»
(Заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Предмет и задачи курса.	0,5	0,5					Зачёт
2	Тема 2. Принципы построения САУ.	0,5	0,5					Зачёт
3	Тема 3. Статические и динамические характеристики объектов управления.	0,5	0,5					Зачёт
4	Тема 4. Технические средства автоматизации.	1	0,5					Зачёт
5	Тема 5. Основные требования к техническим средствам автоматизации.	0,5	0,5					Зачёт
6	Тема 6. Качество регулирования систем автоматического управления (САУ).	0,5	0,5					Зачёт
7	Тема 7. Автоматизация котельных установок.	1	0,5					Зачёт
8	Тема 8. Автоматизация вспомогательного оборудования котельных.	0,5	0,5					Зачёт
9	Тема 9. Автоматизация объектов промышленной теплоэнергетики. Криогенные технологические системы.	1	0,5					Зачёт
10	Тема 10. САУ высокотемпературных теплотехнологических систем.	0,5	0,5					Зачёт
11	Тема 11. САУ среднетемпературных технологических систем.	0,5	0,5					Зачёт
12	Тема 12. САУ термовлажностных и низкотемпературных теплотехнологических систем.	1	0,5					Зачёт
	ВСЕГО	8 ✓	6 ✓					

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»
(Заочная форма получения образования на основе среднего специального)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Предмет и задачи курса.	0,5	0,5					Экз.
2	Тема 2. Принципы построения САУ.	0,5	0,5					Экз.
3	Тема 3. Статические и динамические характеристики объектов управления.	0,5	0,5					Экз.
4	Тема 4. Технические средства автоматизации.	0,5	0,25		2			Экз. Защита л.р.
5	Тема 5. Основные требования к техническим средствам автоматизации.	0,5	0,25					Экз.
6	Тема 6. Качество регулирования систем автоматического управления (САУ).	0,5	0,5					Экз.
7	Тема 7. Автоматизация котельных установок.	0,5	0,25					Экз.
8	Тема 8. Автоматизация вспомогательного оборудования котельных.	0,5	0,25					Экз.
9	Тема 9. Автоматизация объектов промышленной теплоэнергетики. Криогенные технологические системы.	0,5	0,25					Экз.
10	Тема 10. САУ высокотемпературных теплотехнологических систем.	0,5	0,25					Экз.
11	Тема 11. САУ среднетемпературных технологических систем.	0,5	0,25					Экз.
12	Тема 12. САУ термовлажностных и низкотемпературных теплотехнологических систем.	0,5	0,25					Экз.
	ВСЕГО	6	4		2			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Клюев А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов : (справочное пособие) / под ред. А. С. Клюева. - Москва: Энергия, 1980. - 512с.
2. Назаров, В. И. Теплотехнические измерения и приборы: учебное пособие для вузов / В. И. Назаров, В. А. Чиж, А. Л. Буров. - Минск: Техноперспектива, 2008. - 174 с.
3. Наладка средств измерений и систем технологического контроля : справочное пособие / А. С. Клюев и др. ; под ред. А. С. Клюева. - 2-е изд.. - Москва : Энергоатомиздат, 1990. - 399 с.
4. Стефани Е. П. Основы построения АСУ ТП : учеб. пособие для вузов. - Москва : Энергоиздат, 1982. - 352с.

Дополнительная литература

1. Беляев, Г. Б. Технические средства автоматизации в теплоэнергетике: учеб. пособие для вузов / Г. Б. Беляев, В. Ф. Кузищин, Н. И. Смирнов. - Москва: Энергоиздат, 1982. - 320 с.
2. Мурин, Г. А. Теплотехнические измерения: учебник для энерг. и энерго-строит. техникумов / Г. А. Мурин. - 5-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Энергия, 1979. - 424 с.
3. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования : справочное пособие / [А. С. Клюев и др.] ; под ред. А. С. Клюева. - 2-е изд.. - Москва : Энергоатомиздат, 1989. - 367 с.

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов и технических средств обучения:

4. Методические указания "Теплотехнические измерения и основы автоматического регулирования" к контрольным работам по одноименному курсу для студентов специальности 1-43 01 05 "Промышленная теплоэнергетика" заочной формы обучения / С. Е. Селеня, Н. А. Вальченко; Каф. "Промышленная теплоэнергетика и экология". - Гомель : ГГТУ, 2007. - 25с.
5. «Плакаты» по темам лабораторных работ.

Электронные учебно-методические комплексы

1. Селеня С.Е./Теплотехнические измерения и основы автоматического регулирования: электронный учебно – методический комплекс дисциплины / С.Е. Селеня, Д.С. Трошев. - Гомель: ГГТУ, 2010. - 1 папка + 1 электрон. опт. диск.

URI: <http://elib.gstu.by/handle/220612/1517>.

Список литературы сверен *ИИ (Рыжикова И.В.)*

Примерный перечень тем практических занятий:

1. Предмет и задачи курса.
2. Принципы построения САУ.
3. Статические и динамические характеристики объектов управления.
4. Технические средства автоматизации.
5. Основные требования к техническим средствам автоматизации.
6. Качество регулирования систем автоматического управления.
7. Автоматизация котельных установок.
8. Автоматизация вспомогательного оборудования котельных.
9. Автоматизация объектов промышленной теплоэнергетики. Криогенные технологические системы.
10. САУ высокотемпературных теплотехнологических систем.
11. САУ среднетемпературных технологических систем.
12. САУ термовлажностных и низкотемпературных теплотехнологических систем.




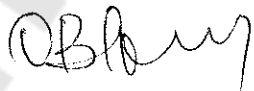
Примерный перечень лабораторных работ:

1. Измерение температуры. Датчики давления.

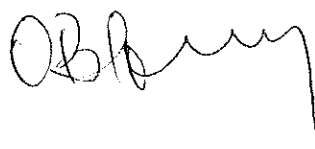
Для оценки приобретенных студентом знаний используется следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;
- защита выполненных лабораторных работ;
- тестирование, сдача зачёта, экзамен.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. «Теплотехнические измерения и основы автоматического регулирования»	ПТЭ и Э		24.05.2016 № 6
2. «Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки»	ПТЭ и Э		24.05.2016 № 6
3. «Режимы работы теплотехнологических установок»	ПТЭ и Э		24.05.2016 № 6
4. «Промышленные теплообменные процессы и установки»	ПТЭ и Э		24.05.2016 № 6
5. «Котельные установки промышленных предприятий»	ПТЭ и Э		24.05.2016 № 6

Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент



А.В. Овсянник