

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

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого

_____ О.Д. Асенчик

07.07.2020

Регистрационный № УД-52-56/уч

**ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ
И ОСНОВЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:
1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»;
1–43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»

2020

Учебная программа составлена на основе:
образовательных стандартов ОСВО 1-43 01 05-2013 и ОСВО 1-43 01 07-2019;
учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»:
специальности 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» специализации 1-43 01 05 02 «Теплоэнергетические установки и системы теплоснабжения» № I 43-1-28/уч. от 06.02.2019, № I 43-1-42.1/уч. от 08.02.2019, № I 43-1-56/уч. от 05.04.2019;
специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» № I 43-1-27/уч. от 06.02.2019, № I 43-1-54/уч. от 05.04.2019.

СОСТАВИТЕЛИ:

А.В. Шаповалов, доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;
В.В. Киселевич, старший преподаватель кафедры «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Т.В. Алфёрова, доцент кафедры «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;
А.И. Матюнин, начальник диспетчерской службы филиала «Гомельские тепловые сети» РУП «Гомельэнерго».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 12 от 27.05.2020);
Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 9 от 23.06.2020); УДэф-07-38/уч
Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 5 от 04.06.2020); УДз-122-20у
Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 5 от 25.06.2020).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В рамках дисциплины «Теплотехнические измерения и основы автоматического регулирования» изучаются: основные понятия о средствах измерения и метрологических характеристиках; методы измерения температуры, давления, расхода, уровня и концентрации рабочих сред; устройство и принцип действия манометрических, жидкостных и термоэлектрических термометров; принцип действия деформационных, тензометрических, жидкостных и емкостных манометров; классификация и принцип работы измерителей уровня и расходомеров. Наряду с этим в курсе предусмотрено: изучение систем дистанционной передачи информации; основных законов теории автоматического регулирования; ознакомление с классификацией автоматических систем регулирования; анализ критериев качества регулирования динамических процессов; исследование схем автоматизации оборудования тепловых пунктов и котельных установок.

Цели и задачи учебной дисциплины.

Целью изучения данной дисциплины «Теплотехнические измерения и основы автоматического регулирования» является получение знаний и практических навыков в области теплотехнических измерений и основ автоматического регулирования теплоэнергетическими процессами на промышленных предприятиях.

В задачу изучения дисциплины входит ознакомление с современными принципами и методами теплотехнических измерений на действующих теплоэнергетических установках и путями совершенствования способов автоматизации теплоэнергетических и теплотехнологических процессов и установок.

Связи с другими учебными дисциплинами.

Дисциплина «Теплотехнические измерения и основы автоматического регулирования» базируется на материалах следующих дисциплин: «Физика», «Математика», «Информатика», «Метрология и стандартизация», «Промышленные теплообменные процессы и установки», «Котельные установки промышленных предприятий».

Требования к освоению учебной дисциплины (в соответствии с образовательными стандартами ОСВО 1-43 01 05-2013 и ОСВО 1-43 01 07-2019).

В результате освоения курса «Теплотехнические измерения и основы автоматического регулирования» студент должен:

знать:

- основы теории теплотехнических измерений;
- методы и технические средства измерения теплотехнических параметров;
- основные положения теории автоматического регулирования теплоэнергетических объектов и систем;
- методы автоматизации теплотехнических процессов и объектов;

- принципы измерения температуры, давления, уровня, расхода и концентрации твердых, жидких и газообразных рабочих сред;
- конструкции современных измерительных приборов и преобразователей;
- уметь:
 - осуществлять подбор и эксплуатацию средств измерения теплотехнических параметров;
 - выполнять расчет и подбор оборудования для автоматизации центральных и индивидуальных тепловых пунктов, водогрейных и паровых котельных;
 - оптимизировать схемы автоматизации паровых и водогрейных котлов;
 - осуществлять настройку параметров средств типовых систем автоматического регулирования;
 - определять статические и динамические характеристики объектов управления;
 - осуществлять оценку качества регулирования промышленных объектов;
 - владеть:
 - методами расчета характеристик первичных средств автоматизации теплоэнергетического оборудования;
 - способами оптимизации систем автоматического регулирования теплоэнергетического и теплоэнергетического оборудования.
 - методами автоматизации средне- и высокотемпературных процессов теплотехнологических систем;
 - методами автоматизации вспомогательного оборудования котельных;
 - методами расчета систем автоматического регулирования теплообменных аппаратов.

Освоение учебной программы учреждения высшего образования по дисциплине «Теплотехнические измерения и основы автоматического регулирования» должно обеспечить формирование академических, социально-личностных и профессиональных компетенций.

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-3. Владеть исследовательскими навыками.
- 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.
- АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Требования к социально-личностным компетенциям. По итогам освоения дисциплины студент должен:

- СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

Требования к профессиональным компетенциям. По итогам освоения дисциплины студент должен:

- ПК-1. Используя показания технологического процесса производства, передачи, распределения и потребления тепловой энергии, создавать условия для соответствия режимов действующим стандартам, правилам и нормам.
- ПК-3. В составе группы специалистов разрабатывать технологические режимные карты эксплуатации тепло энергоэлектрических и теплотехнологических установок и систем, принимать участие в создании и развитии автоматизированных систем управления технологическими процессами этих систем для повышения качества и надежности их функционирования.
- ПК-4. Составлять энергетические балансы энергетических и технологических объектов и систем, определять потери топливно-энергетических ресурсов, разрабатывать организационные и технические мероприятия по повышению энергетической эффективности теплотехнологий.
- ПК-6. Осуществлять современными инструментальными системами диагностирование и мониторинг состояния теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования, включая экологические параметры.
- ПК-11. Производить патентно-информационный поиск, оценивать патентоспособность и патентную чистоту технических решений.
- 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-19. Пользоваться контрольно-измерительной аппаратурой для контроля правильности и качества монтажных операций.
- ПК-23. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.
- ПК-25. Готовить доклады, материалы к презентациям и представлять их на них.
- ПК-30. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития промышленной теплоэнергетики, инновационным технологиям, проектам и решениям.
- ПК-31. Работать с научной, технической и патентной литературой.

Требования к специализированным компетенциям для студентов специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций». По итогам освоения дисциплины студент должен:

- СК-4. Знать методы и технические средства измерения параметров энергетических установок и систем, основы автоматизации энергетических процессов и технические способы их решения, владеть навыками выбора и методами расчета параметров срабатывания устройств защиты и автоматики.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста.

Данная дисциплина формирует у студента навыки проведения теплотехнических измерений и знания основ автоматического регулирования теплоэнергетическими процессами, необходимые для успешной работы на должностях инженера-энергетика и главного энергетика.

Количество часов всего и аудиторных часов по формам получения образования:

– для специальности 1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»: всего часов по дисциплине – 156, аудиторных часов: по дневной форме – 80, по заочной форме – 16, по заочной форме на основе среднего специального образования – 6 часов; трудоемкость учебной дисциплины – 4 зачетные единицы.

– для специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»: всего часов по дисциплине – 138, аудиторных часов: по дневной форме – 84, по заочной форме на основе среднего специального образования – 18 часов; трудоемкость учебной дисциплины – 3 зачетные единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий

Специальность	Форма получения образования	Курс	Се- местр	Количество аудиторного времени, часов				
				Ауд.	Лек- ции	Лабор.	Практ.	Зач. ед.
1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»	Дневная форма	3	6	80	32	32	16	4
	Заочная форма	3, 4	6, 7	16	6	4	6	4
	Заочная форма на основе среднего специального образования	2, 3	4, 5	6	4	2	–	4
1–43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»	Дневная форма	3	5	84	34	34	16	3
	Заочная форма на основе среднего специального образования	3	5, 6	18	8	6	4	3

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине

Специальность	Форма получения образования	Формы текущей аттестации, семестр			
		Экзамен	Зачет	Тест	Курсовой проект (работа)
1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»	Дневная форма	6	–	–	–
	Заочная форма	7	–	7	–
	Заочная форма на основе среднего специального образования	5	–	–	–
1–43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»	Дневная форма	5	–	–	–
	Заочная форма на основе среднего специального образования	6	–	6	–

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Модуль 1. Теплотехнические измерения.

Тема 1. Общие сведения об измерениях.

Теплотехнические измерения и их место в структуре автоматизированных систем (АСУ ТП и т.д.). Понятие об измерениях, единицы измерения. Система СИ. Прямые, косвенные, совместные и совокупные измерения. Основные характеристики средств измерения. Погрешности при технических и лабораторных измерениях. Методы непосредственного измерения, дифференциальный, компенсационный со статическим и астатическим уравниванием.

Тема 2. Методы измерения температуры.

Общие сведения о температурных шкалах и единицах измерения температуры. Термометры расширения. Манометрические термометры. Электрические термометры сопротивления. Их стандартные градуировки, основные характеристики. Потенциометрические и мостовые методы измерения сопротивления термометров. Полупроводниковые термометры. Термоэлектрические термометры. Стандартные термопары, термоэлектродные удлиняющие провода. Методы измерения термо-ЭДС. Пирометры излучения.

Тема 3. Измерение давления, разрежения и падения давления.

Единицы и методы измерения давления и разрежения. Жидкостные манометры и дифманометры. Манометры с упругими чувствительными элементами, преобразователи давления с различными выходными сигналами. Электрические манометры и дифманометры с тензопреобразователями. Основные сведения об установке манометров и дифманометров.

Тема 4. Измерение уровня, единицы измерения, классификация методов измерения.

Гидростатические уровнемеры, измерение уровня в резервуаре под давлением. Емкостные и электродные уровнемеры.

Тема 5. Измерение количества и расхода теплоносителя.

Единицы и методы измерения количества и расхода. Расходомеры переменного перепада (дроссельные расходомеры). Электромагнитные, ультразвуковые и вихревые расходомеры. Методы измерения тепловой энергии. Теплосчетчики. Скоростные счетчики и расходомеры. Объемные счетчики. Ротаметры.

Модуль 2. Основы автоматического регулирования.

Тема 6. Основные принципы регулирования и математическое описание динамики объектов и систем управления.

Основные понятия теории управления и регулирования. Элементы автоматических систем. Классификация автоматических систем регулирования (АСР).

Принципы и законы регулирования. Управление по разомкнутому и замкнутому циклам. Обратная связь. Статическое и астатическое регулирование. Статические и динамические характеристики.

Тема 7. Технические средства автоматизации в теплоэнергетике.

Классификация измерительных преобразователей. Датчики емкостные, тензометрические, индукционные. Датчики угловой скорости. Усилительные и преобразовательные элементы. Микропроцессорные системы. Исполнительные механизмы и регулирующие органы. Функциональные структуры автоматических регуляторов.

Тема 8. Автоматизация систем теплоснабжения.

Основные принципы. Автоматизация районных тепловых станций. Автоматизация насосных установок. Автоматизация подпитки тепловых сетей. Автоматизация конденсатных и дренажных устройств. Автоматическая защита тепловой сети от повышения давления. Автоматизация групповых тепловых пунктов.

Тема 9. Автоматизация систем теплоснабжения.

Автоматизация систем горячего водоснабжения. Принципы управления тепловыми режимами зданий. Автоматизация отпуска теплоты в местных тепловых пунктах. Индивидуальное регулирование теплового режима отапливаемых помещений. Регулирование давления в системах отопления.

Тема 10. Автоматизация котельных.

Основные принципы автоматизации котельных. Технологические защиты котлов. Автоматизация водогрейных котлов. Автоматизация паровых котлов.

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 УСРС	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Модуль 1. Теплотехнические измерения.	12	6		20			
1.1	Тема 1. Общие сведения об измерениях.	4	1		2			Экзамен, защита л.р.
1.2	Тема 2. Методы измерения температуры.	2	2		6			Экзамен, защита л.р.
1.3	Тема 3. Измерение давления, разрежения и падения давления.	2	1		6			Экзамен, защита л.р.
1.4	Тема 4. Измерение уровня, единицы измерения, классификация методов измерения.	2	1		3			Экзамен, защита л.р.
1.5	Тема 5. Измерение количества и расхода теплоносителя.	2	1		3			Экзамен, защита л.р.
2	Модуль 2. Основы автоматического регулирования.	20	10		12			
2.1	Тема 6. Основные принципы регулирования и математическое описание динамики объектов и систем управления.	8	1		4			Экзамен, защита л.р.
2.2	Тема 7. Технические средства автоматизации в теплоэнергетике.	4	2		2			Экзамен, защита л.р.
2.3	Тема 8. Автоматизация систем теплоснабжения.	2	2		2			Экзамен, защита л.р.
2.4	Тема 9. Автоматизация систем теплопотребления.	2	2		2			Экзамен, защита л.р.
2.5	Тема 10. Автоматизация котельных.	4	3		2			Экзамен, защита л.р.
	ВСЕГО	32	16		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 УСРС	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Модуль 1. Теплотехнические измерения.	2	2		2			
1.1	Тема 1. Общие сведения об измерениях.	1						Экзамен
1.2	Тема 2. Методы измерения температуры.	0,25	1		2			Экзамен, защита л.р.
1.3	Тема 3. Измерение давления, разрежения и падения давления.	0,25	1					Экзамен
1.4	Тема 4. Измерение уровня, единицы измерения, классификация методов измерения.	0,25						Экзамен
1.5	Тема 5. Измерение количества и расхода теплоносителя.	0,25						Экзамен
2	Модуль 2. Основы автоматического регулирования.	4	4		2			
2.1	Тема 6. Основные принципы регулирования и математическое описание динамики объектов и систем управления.	2						Экзамен
2.2	Тема 7. Технические средства автоматизации в теплоэнергетике.	1			2			Экзамен, защита л.р.
2.3	Тема 8. Автоматизация систем теплоснабжения.	0,25						Экзамен
2.4	Тема 9. Автоматизация систем теплопотребления.	0,25	2					Экзамен
2.5	Тема 10. Автоматизация котельных.	0,5	2					Экзамен
	ВСЕГО	6	6		4			

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

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСРС	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Модуль 1. Теплотехнические измерения.	2						
1.1	Тема 1. Общие сведения об измерениях.	1						Экзамен
1.2	Тема 2. Методы измерения температуры.	0,25						Экзамен
1.3	Тема 3. Измерение давления, разрежения и падения давления.	0,25						Экзамен
1.4	Тема 4. Измерение уровня, единицы измерения, классификация методов измерения.	0,25						Экзамен
1.5	Тема 5. Измерение количества и расхода теплоносителя.	0,25						Экзамен
2	Модуль 2. Основы автоматического регулирования.	2			2			
2.1	Тема 6. Основные принципы регулирования и математическое описание динамики объектов и систем управления.	1						Экзамен
2.2	Тема 7. Технические средства автоматизации в теплоэнергетике.	0,25			2			Экзамен, защита л.р.
2.3	Тема 8. Автоматизация систем теплоснабжения.	0,25						Экзамен
2.4	Тема 9. Автоматизация систем теплоснабжения.	0,25						Экзамен
2.5	Тема 10. Автоматизация котельных.	0,25						Экзамен
	ВСЕГО	4			2			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
1–43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСРС	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Модуль 1. Теплотехнические измерения.	12	6		20			
1.1	Тема 1. Общие сведения об измерениях.	4	1		2			Экзамен, защита л.р.
1.2	Тема 2. Методы измерения температуры.	2	2		6			Экзамен, защита л.р.
1.3	Тема 3. Измерение давления, разрежения и падения давления.	2	1		6			Экзамен, защита л.р.
1.4	Тема 4. Измерение уровня, единицы измерения, классификация методов измерения.	2	1		3			Экзамен, защита л.р.
1.5	Тема 5. Измерение количества и расхода теплоносителя.	2	1		3			Экзамен, защита л.р.
2	Модуль 2. Основы автоматического регулирования.	22	10		14			
2.1	Тема 6. Основные принципы регулирования и математическое описание динамики объектов и систем управления.	8	1		4			Экзамен, защита л.р.
2.2	Тема 7. Технические средства автоматизации в теплоэнергетике.	6	2		4			Экзамен, защита л.р.
2.3	Тема 8. Автоматизация систем теплоснабжения.	2	2		2			Экзамен, защита л.р.
2.4	Тема 9. Автоматизация систем теплопотребления.	2	2		2			Экзамен, защита л.р.
2.5	Тема 10. Автоматизация котельных.	4	3		2			Экзамен, защита л.р.
	ВСЕГО	34	16		34			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
1–43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»
(Заочная форма на основе среднего специального образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСРС	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Модуль 1. Теплотехнические измерения.	2	2		4			
1.1	Тема 1. Общие сведения об измерениях.	1						Экзамен
1.2	Тема 2. Методы измерения температуры.	0,25	1		2			Экзамен, защита л.р.
1.3	Тема 3. Измерение давления, разрежения и падения давления.	0,25	1					Экзамен
1.4	Тема 4. Измерение уровня, единицы измерения, классификация методов измерения.	0,25						Экзамен
1.5	Тема 5. Измерение количества и расхода теплоносителя.	0,25			2			Экзамен, защита л.р.
2	Модуль 2. Основы автоматического регулирования.	6	2		2			
2.1	Тема 6. Основные принципы регулирования и математическое описание динамики объектов и систем управления.	2						Экзамен
2.2	Тема 7. Технические средства автоматизации в теплоэнергетике.	1,5			2			Экзамен, защита л.р.
2.3	Тема 8. Автоматизация систем теплоснабжения.	0,25						Экзамен
2.4	Тема 9. Автоматизация систем теплоснабжения.	0,25	2					Экзамен
2.5	Тема 10. Автоматизация котельных.	2						Экзамен
	ВСЕГО	8	4		6			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. 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.
2. Наладка средств измерений и систем технологического контроля: справочное пособие / А. С. Ключев и др.; под ред. А. С. Ключева. – 2-е изд. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. – 399 с.
3. Стефани, Е. П. Основы построения АСУ ТП: учеб. пособие для вузов. – Москва: Энергоиздат, 1982. – 352 с.
4. Автоматизация типовых технологических процессов и установок: учебник для вузов / А. М. Корытин [и др.]. – 2-е изд. – Москва: Энергоатомиздат, 1988. – 431 с.
5. Теплотехнические измерения: учебное пособие / Н.И. Стоянов, С.С. Смирнов, А.В. Смирнова, Л.В. Фомущенко. – Ставрополь: СКФУ, 2017. – 92 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=562683>.
6. Лепявко, А.П. Неопределенность теплотехнических измерений: конспект лекций / А.П. Лепявко. – Москва: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2008. – 41 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=138896>.

Дополнительная литература

1. Плетнев, Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учебник для вузов. – 4-е изд. – Москва: Изд. дом МЭИ, 2007. – 352 с.
2. 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.
3. Теория автоматического управления: учебник для вузов / под ред. В.Б. Яковлева. – Москва: Высшая школа, 2003. – 567 с.
4. Мухин, О.А. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции: учеб. пособие для вузов. – Минск: Вышэйшая школа, 1986. – 304 с.
5. Виглеб, Г. Датчики. Устройство и применение: пер. с нем. – Москва: Мир, 1989. – 196 с.
6. Преображенский, В.П. Теплотехнические измерения и приборы: учебник для вузов. – 3-е изд. – Москва: Энергия, 1978. – 704 с.
7. Шински, Ф. Системы автоматического регулирования химико-технологических процессов: пер. с англ. под ред. Н.И. Гельперина. – Москва: Химия, 1974. – 336 с.
8. Назаров, В. И. Теплотехнические измерения и приборы: лабораторный практикум / В. И. Назаров, А. Л. Буров, Е. Н. Криксина. – Минск: Вышэйшая школа, 2012. – 130 с.

9. Назаров, В. И. Теория автоматического регулирования теплоэнергетических процессов: практикум / В. И. Назаров. - Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 214 с.

10. Михальцов, А.П. Методические указания к выполнению лабораторных работ на стенде НТЦ-16.46 «Автоматизация в водоснабжении и водоотведении» / А.П. Михальцов, В.И. Мрочек. – Могилев, 2012. – 58 с.

11. Методические указания к выполнению лабораторных работ на стенде НТЦ–05.01.2 «Измерение неэлектрических величин. Измерение расхода». – Могилев, 2014. – 35 с.

12. Методические указания к выполнению лабораторных работ на стенде НТЦ–05.05 «Технологические датчики». – Могилев, 2015. – 36 с.

13. ГОСТ 21.208-2013. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.

14. ТКП 411-2012. Правила учета тепловой энергии и теплоносителя.

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; кафедра "Промышленная теплоэнергетика и экология". – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. Режим доступа: <http://elib.gstu.by/handle/220612/1517>.

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

1. Шаповалов, А. В. Теплотехнические измерения и основы автоматического регулирования: практикум по выполнению лабораторных работ по одноименной дисциплине для студентов специальностей 1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1–43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» дневной и заочной форм обучения / А. В. Шаповалов, В. В. Киселевич. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2020. – 80 с.

2. Селеня, С.Е. Теплотехнические измерения и основы автоматического регулирования: методические указания к контрольным работам по одноименному курсу для студентов специальности 1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» заочной формы обучения / С. Е. Селеня, Н. А. Вальченко. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2007. – 25с.

3. Электронный курс по дисциплине «Теплотехнические измерения и основы автоматического регулирования» на учебном портале ГГТУ им. П. О. Сухого. Режим доступа: <http://www.edu.gstu.by/course/view.php?id=483>.

4. Плакаты по темам лабораторных работ.

Примерный перечень тем практических занятий

1. Расчет погрешностей при теплотехнических измерениях. Измерение температуры и давления.
2. Расчет погрешностей при измерении расхода, уровня и концентрации жидких и газообразных рабочих сред.
3. Статические и динамические характеристики объектов регулирования.
4. Подбор клапанов регулирующих устройств.
5. Расходная характеристика и авторитет двухходового клапана.
6. Схемы автоматизации индивидуальных тепловых пунктов. Подбор оборудования.
7. Схемы автоматизации центральных тепловых пунктов. Подбор оборудования.
8. Устройство и принцип работы системы учета тепловой энергии.
9. Схемы автоматизации паровых котлоагрегатов.
10. Схемы автоматизации водогрейных котельных.

Примерный перечень лабораторных работ

1. Исследование статических и динамических характеристик датчиков температуры.
2. Исследование характеристики термопреобразователя сопротивления.
3. Измерение давления жидкости, газа и пара.
4. Преобразователи давления измерительные с токовыми выходами.
5. Определение статической характеристики пьезорезистивного датчика давления.
6. Статические характеристики датчиков тока и напряжения.
7. Статические характеристики датчиков линейного перемещения и углового положения.
8. Изучение устройства и определение характеристик электромагнитного реле.
9. Определение характеристик электромагнитного расходомера.
10. Исследование характеристик вихревого расходомера.
11. Исследование характеристик ультразвукового расходомера.
12. Измерение уровня жидких сред в теплоэнергетике.
13. Исследование работы потенциометрического датчика уровня.
14. Измерение тепловой энергии.
15. Определение рабочих характеристик центробежного насоса.
16. Системы автоматического регулирования.
17. Исследование системы автоматического регулирования температуры.
18. Исследование характеристик системы автоматического регулирования давления.
19. Исследование характеристик системы автоматического регулирования уровня.
20. Автоматизация газомазутного парового котла.

Примерный перечень вопросов к экзамену и тестированию

1. Международная система единиц физических величин.
2. Методы измерения.
3. Классификация измерительных приборов.
4. Погрешности измерений.
5. Допускаемые погрешности. Класс точности приборов.
6. Методы измерения температуры. Общие сведения о температурных шкалах и единицах измерения температуры.
7. Термометры расширения. Манометрические термометры.
8. Электрические термометры сопротивления. Их стандартные НСХ, основные характеристики.
9. Термоэлектрические термометры. Основные свойства термоэлектрической цепи.
10. Стандартные термопары, термоэлектродные удлиняющие провода. Методы измерения термо-ЭДС.
11. Пирометры излучения.
12. Единицы и методы измерения давления и разрежения.
13. Манометры с упругими чувствительными элементами. Основные сведения об установке манометров. Поверка технических манометров.
14. Манометры и дифманометры с тензопреобразователями. Преобразователи давления измерительные с токовыми выходами.
15. Измерение уровня жидких сред в теплоэнергетике.
16. Единицы и методы измерения количества и расхода.
17. Расходомеры переменного перепада давления.
18. Электромагнитные расходомеры.
19. Ультразвуковые расходомеры.
20. Вихревые расходомеры.
21. Тахометрические расходомеры.
22. Тепловая энергия. Принципы измерения тепловой энергии.
23. Измерение тепловой энергии, переданной сетевой водой. Открытая и закрытая схема измерения тепловой энергии.
24. Измерение тепловой энергии, переданной водяным паром.
25. Основные понятия теории управления и регулирования.
26. Принципы автоматического регулирования. Схема регулирования по отклонению регулируемой величины.
27. Принципы автоматического регулирования. Схема регулирования по возмущениям.
28. Принципы автоматического регулирования. Комбинированная схема.
29. Основные законы регулирования.
30. Управление по разомкнутому и замкнутому циклам. Обратная связь.
31. Статическое и астатическое регулирование. Статические и динамические характеристики.

32. Классификация измерительных преобразователей. Стандартные информационные сигналы.

33. Датчики емкостные, тензометрические, индукционные. Датчики угловой скорости.

34. Усилительные и преобразовательные элементы. Микропроцессорные системы.

35. Исполнительные механизмы и регулирующие органы.

36. Функциональные структуры автоматических регуляторов. Регуляторы прямого действия.

37. Функциональные структуры автоматических регуляторов. Регуляторы косвенного действия.

38. Регулирующие и запорно-регулирующие клапаны.

39. Подбор клапанов регулирующих устройств. Пропускная способность клапана.

40. Автоматические регуляторы прямого действия. Регуляторы перепада давления.

41. Автоматические регуляторы прямого действия. Регуляторы расхода.

42. Автоматические регуляторы прямого действия. Регуляторы температуры.

43. Автоматические регуляторы прямого действия. Комбинированные регуляторы.

44. Автоматические регуляторы прямого действия. Перепускные клапаны. Обратные клапаны и обратные затворы. Отключающие клапаны.

45. Ультразвуковые теплосчетчики.

46. Автоматические регуляторы непрямого действия. Электронные регуляторы.

47. Автоматические регуляторы непрямого действия. Электроприводы.

48. Основные принципы автоматизации систем теплоснабжения.

49. Автоматизация районных тепловых станций.

50. Автоматизация насосных установок. Автоматизация подпитки тепловых сетей.

51. Автоматизация конденсатных и дренажных устройств. Автоматическая защита тепловой сети от повышения давления.

52. Автоматизация групповых тепловых пунктов. Автоматизация систем ГВС. горячего водоснабжения.

53. Принципы управления тепловыми режимами зданий. Автоматизация отпуска теплоты в местных тепловых пунктах.

54. Индивидуальное регулирование теплового режима отапливаемых помещений.

55. Регулирование давления в системах отопления.

56. Система автоматического регулирования уровня в барабане котла.

57. Система автоматического регулирования давления пара, вырабатываемого парогенератором.

58. Автоматизация газомазутного парового котла.

59. Автоматизация водогрейного котла.

60. Требования к автоматизации котельных установок. Автоматика безопасности.

Для оценки приобретенных студентами знаний используется следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;
- защита выполненных контрольных работ;
- защита выполненных лабораторных работ;
- проведение тестирования;
- сдача экзамена.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

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. «Системы автоматического управления теплотехнологическими процессами»	Промышленная теплоэнергетика и экология	Согласовано	Рекомендовать представленную учебную программу к утверждению (Протокол № 12 от 27.05.2020 г.)
2. «Котельные установки промышленных предприятий»			
3. «Режимы работы теплотехнологических установок»			
4. «Промышленные теплообменные процессы и установки»			

Заведующий кафедрой
«Промышленная теплоэнергетика
и экология», к.т.н., доцент

А.В. Шаповалов