

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

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
УО «ГГТУ им. П.О. Сухого»
_____ О.Д. Асенчик
(подпись)

« ____ » _____
(дата утверждения)

Регистрационный № УД ____ /уч.

МЕТРОЛОГИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»

2023 г.

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта ОСВО 1-43 01 05-2021; 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 43-1-33/уч. от 02.07.2021, I 43-1-08/уч. от 31.05.2022, № I 43-1-34/уч. от 05.07.2021, № I 43-1-29/уч. от 01.06.2022, № I 43-1-36/уч. от 07.07.2021.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Е.Н. Макеева, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.О. Добродей, заведующий кафедрой «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;

Г.И. Стрельский, начальник Западного района тепловых сетей 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 № 22 от 30.05.2019) УД-УП-2-0083

Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 9 от 28.05.2019)

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от 06.06.2019) УДЗ-104-20у

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № от 2019)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В соответствии с квалификационными характеристиками выпускники специальности 1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» должны не только иметь теоретические знания и понимание физики процессов, происходящих при работе оборудования ТЭС, котельных и других теплоэнергоустановок промышленных предприятий, но и уметь производить наладку энергооборудования, вести контроль за процессами, происходившими в установках и параметрами рабочих тел. Подобные практические навыки невозможно получить без глубоких знаний о методах измерений и работе различных приборов.

Целью изучения дисциплины является формирование у будущих инженеров знаний и практических навыков использования и соблюдения требований комплексных систем общетехнических стандартов, выполнения точностных расчетов и метрологического обеспечения при эксплуатации и ремонте энергетического оборудования.

Задачи изучения дисциплины:

- приобрести теоретические и практические знания о методах измерений и методиках оценки погрешности.

- приобрести теоретические и практические знания о назначении, принципе действия, области применения, способах монтажа, подключения, эксплуатации различных приборов, применяемых для измерения различных теплотехнических величин;

- изучить методы поверки и научиться их применять на практике.

В результате изучения дисциплины «Метрология и стандартизация» студент должен

знать:

- основы теории технических измерений;
- основные положения государственной системы стандартизации;
- правила указания норм точности при оформлении конструкторской и технической документации;

уметь:

- выбирать и использовать средства измерения.

После изучения дисциплины у студента должны формироваться следующие компетенции:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

- владеть системным и сравнительным анализом;

- владеть исследовательскими навыками;

- уметь работать самостоятельно;

- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);

- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;

- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;

- обладать способностью к межличностным коммуникациям;

- уметь работать в команде;
- используя показания технологического процесса производства, передачи, распределения и потребления тепловой энергии, создавать условия для соответствия режимов действующим стандартам, правилам и нормам;
- проводить подготовку теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования и рабочего места для ремонтных бригад, допускать их к работе и восстанавливать режимы работы оборудования после окончания всех работ, вести техническую и оперативную документацию;
- осуществлять современными инструментальными системами диагностирование и мониторинг состояния теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования, включая экологические параметры;
- в составе группы специалистов проводить сертификацию теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования;
- в составе группы специалистов разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании стандартов и нормативной базы;
- анализировать и оценивать тенденции развития техники и технологии;
- пользоваться контрольно-измерительной аппаратурой для контроля правильности и качества монтажных операций;
- подбирать соответствующее оборудование, аппаратуру, приборы и инструменты и использовать их при проведении наладочных работ теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования;
- организовывать и проводить испытания теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования, уметь проводить аккредитацию поверочных и испытательных лабораторий теплоэнергетического профиля;
- организовывать работу малых коллективов исполнителей для достижения поставленных целей;
- взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

Данная дисциплина формирует у студента знания и умения работы с различными средствами измерения, которые необходимы при работе на должности инженера-энергетика.

Дисциплина базируется на материалах следующих дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Техническая термодинамика».

При изучении дисциплины «Метрология и стандартизация» используется модульно-рейтинговая система. При освоении предложенного теоретического материала и выполнении лабораторных работ необходимо набрать определенное количество баллов согласно нормативным значениям рейтинговых баллов.

Количество часов всего и аудиторных часов по формам получения образования: всего часов по дисциплине – 78, аудиторных часов: по дневной форме – 51, по заочной форме – 10, по заочной форме на основе среднего специального образования – 10 часов; трудоемкость учебной дисциплины – 3 зачетных единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий

Специальность	Форма получения образования	Курс	Се- местр	Количество аудиторного времени, часов				
				Ауд.	Лек- ции	Ла- бор.	Практ.	Зач ед.
1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»	Дневная форма	3	5	51	34	17	–	3
	Заочная форма	3	5, 6	10	6	4	–	3
	Заочная форма на основе среднего специального образования	2	3, 4	10	6	4	–	3

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине

Специальность	Форма получения образования	Формы текущей аттестации, се- местр			
		Экза- мен	За- чет	Тес- т	Курсо- вая ра- бота
1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»	Дневная форма	–	5	–	–
	Заочная форма	–	6	–	–
	Заочная форма на основе среднего специального образования	–	4	–	–

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

МОДУЛЬ 1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ИЗМЕРЕНИЙ. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

Тема 1 Введение. Основные принципы измерений.

Метрология как наука об измерениях. Международная система единиц измерений. Методы измерений. Теплотехнические измерения. Теплотехнический контроль и его назначение.

Тема 2. Измерительные приборы.

Свойства и основные элементы измерительных приборов. Классификация измерительных приборов. Государственная система приборов.

Тема 3. Погрешности измерений.

Классификация погрешностей измерений. Поверка измерительных приборов. Допускаемые погрешности и класс точности приборов.

Тема 4. Измерение температуры.

Температурные шкалы. Классификация приборов для измерения температуры.

Тема 5. Термометры расширения.

Жидкостные термометры. Дилатометрические термометры. Установка, поверка и поправки к показаниям термометров расширения.

Тема 6. Манометрические термометры.

Газовые, жидкостные и парожидкостные термометры. Установка и поверка манометрических термометров.

Тема 7. Термоэлектрические термометры.

Основные свойства термоэлектрических термометров. Термоэлектродные материалы. Типы и характеристики термоэлектрических термометров. Устройство и поверка термоэлектрических термометров. Принцип действия и устройство магнитоэлектрического милливольтметра. Сопротивление цепи и поправки к показаниям милливольтметров. Потенциометры.

Тема 8. Термометры сопротивления.

Основные свойства термометров сопротивления. Типы и характеристики термометров сопротивления. Устройство термометров сопротивления. Установка и поверка термометров сопротивления. Уравновешенный измерительный мост. Неуравновешенный измерительный мост. Логометры.

Тема 9. Измерение температуры тел по их тепловому излучению.

Монохроматические пирометры. Пирометры полного и частичного излучения. Пирометры спектрального отношения.

МОДУЛЬ 2. ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ И РАЗРЕЖЕНИЯ

Тема 10. Измерение давления.

Единицы и методы измерений. Приборы измерения давления и разрежения (классификация).

Тема 11. Жидкостные манометры и дифманометры.

Двухтрубные жидкостные манометры. Однотрубные манометры. Микроманометры. Барометры. Компрессионные манометры. Установка, поверка и поправки к показаниям жидкостных манометров.

Тема 12. Деформационные манометры и дифманометры.

Пружинные манометры. Сильфонные манометры. Мембранные манометры. Установка, поверка и поправки к показаниям деформационных манометров. Электрические и прочие манометры.

Тема 13. Грузопоршневые манометры.

Устройство и принцип действия. Правила измерения, поверка и поправки к показаниям.

Тема 14. Вакуумметры и мановакуумметры.

Жидкостные и пружинные вакуумметры и мановакуумметры. Устройство и принцип действия. Правила измерения, поверка и поправки к показаниям.

МОДУЛЬ 3. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ.

Тема 15. Приборы для измерения уровня.

Уровнемеры с визуальным отсчетом. Гидростатические уровнемеры. Дифманометрические уровнемеры. Поплавковые и буйковые уровнемеры. Емкостные уровнемеры. Индуктивные уровнемеры. Радиоволновые уровнемеры. Акустические уровнемеры. Термокондуктометрические уровнемеры. Измерение уровня сыпучих материалов.

Тема 16. Приборы измерения расхода жидкости, пара, газа и воздуха.

Основы теории измерения расхода по перепаду давления в сужающих устройствах. Расходомеры постоянного перепада давления, тахометрические и электромагнитные. Ультразвуковые, вихревые и массовые расходомеры. Теплосчетчики.

Тема 17. Измерение влажности.

Методы измерения влажности воздуха и газа. Методы измерения влажности твердых и сыпучих тел.

Тема 18. Анализирующие приборы.

Измерители концентрации (солемеры, кислородомеры, pH-метры). Газоанализаторы. Устройство, принцип действия.

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 УРС	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Модуль 1. Основные принципы измерений. Измерение температуры	20			10			Тест
1.1	Тема 1 Введение. Основные принципы измерений	1						Зачет, защита л.р.
1.2	Тема 2. Измерительные приборы	1						Зачет
1.3	Тема 3. Погрешности измерений	2			2			Зачет, защита л.р.
1.4	Тема 4. Измерение температуры	2						Зачет
1.5	Тема 5. Термометры расширения	2			1			Зачет, защита л.р.
1.6	Тема 6. Манометрические термометры	2			1			Зачет, защита л.р.
1.7	Тема 7. Термоэлектрические термометры	4			3			Зачет, защита л.р.
1.8	Тема 8. Термометры сопротивления	4			3			Зачет
1.9	Тема 9. Измерение температуры тел по их тепловому излучению	2						Зачет
2	Модуль 2. Измерение давления и разрежения	10			5			Тест
2.1	Тема 10. Измерение давления	1						Зачет
2.2	Тема 11. Жидкостные манометры и дифманометры	2						Зачет
2.3	Тема 12. Деформационные манометры и дифманометры	4			3			Зачет, защита л.р.
2.4	Тема 13. Грузопоршневые манометры	2			2			Зачет, защита л.р.
2.5	Тема 14. Вакуумметры и мановакуумметры.	1						Зачет
3	Модуль 3. Специальные измерения	4			2			Тест
3.1	Тема 15. Приборы для измерения уровня	1						Зачет
3.2	Тема 16. Приборы измерения расхода	1			2			Зачет, защита л.р.
3.3	Тема 17. Измерение влажности	1						Зачет
3.4	Тема 18. Анализирующие приборы	1						Зачет
	ВСЕГО	34			17			

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 УРС	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Модуль 1. Основные принципы измерений. Измерение температуры	3			2			Тест
1.1	Тема 1 Введение. Основные принципы измерений	0,5						Зачет, защита л.р.
1.2	Тема 2. Измерительные приборы	0,5						Зачет
1.3	Тема 3. Погрешности измерений	0,25						Зачет, защита л.р.
1.4	Тема 4. Измерение температуры	0,25						Зачет
1.5	Тема 5. Термометры расширения	0,25						Зачет, защита л.р.
1.6	Тема 6. Манометрические термометры	0,25						Зачет, защита л.р.
1.7	Тема 7. Термоэлектрические термометры	0,5			1			Зачет, защита л.р.
1.8	Тема 8. Термометры сопротивления	0,5			1			Зачет
2	Модуль 2. Измерение давления и разрежения	2			2			Тест
2.1	Тема 10. Измерение давления	0,5						Зачет
2.2	Тема 11. Жидкостные манометры и дифманометры	0,5						Зачет
2.3	Тема 12. Деформационные манометры и дифманометры	0,5			1			Зачет, защита л.р.
2.4	Тема 13. Грузопоршневые манометры	0,5			1			Зачет, защита л.р.
3	Модуль 3. Специальные измерения	1						Тест
3.1	Тема 15. Приборы для измерения уровня	0,5						Зачет
3.2	Тема 16. Приборы измерения расхода	0,5						Зачет, защита л.р.
	ВСЕГО	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 УРС	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Модуль 1. Основные принципы измерений. Измерение температуры	3			2			Тест
1.1	Тема 1 Введение. Основные принципы измерений	0,5						Зачет, защита л.р.
1.2	Тема 2. Измерительные приборы	0,5						Зачет
1.3	Тема 3. Погрешности измерений	0,25						Зачет, защита л.р.
1.4	Тема 4. Измерение температуры	0,25						Зачет
1.5	Тема 5. Термометры расширения	0,25						Зачет, защита л.р.
1.6	Тема 6. Манометрические термометры	0,25						Зачет, защита л.р.
1.7	Тема 7. Термоэлектрические термометры	0,5			1			Зачет, защита л.р.
1.8	Тема 8. Термометры сопротивления	0,5			1			Зачет
2	Модуль 2. Измерение давления и разрежения	2			2			Тест
2.1	Тема 10. Измерение давления	0,5						Зачет
2.2	Тема 11. Жидкостные манометры и дифманометры	0,5						Зачет
2.3	Тема 12. Деформационные манометры и дифманометры	0,5			1			Зачет, защита л.р.
2.4	Тема 13. Грузопоршневые манометры	0,5			1			Зачет, защита л.р.
3	Модуль 3. Специальные измерения	1						Тест
3.1	Тема 15. Приборы для измерения уровня	0,5						Зачет
3.2	Тема 16. Приборы измерения расхода	0,5						Зачет, защита л.р.
	ВСЕГО	6			4			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Гончаров, А.А. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие для вузов / А.А. Гончаров, В.Д. Копылов. – 2-е изд., стер. – Москва: Академия, 2005. – 240 с.
2. Иванова Г. М. Теплотехнические измерения и приборы: учебник для вузов / Г. М. Иванова. – 3-е изд., стер. – Москва: МЭИ, 2007 – 458 с.
3. Метрология. Стандартизация. Сертификация: учебник для вузов / под ред. В.М. Мишина. – Москва: ЮНИТИ, 2009. – 495 с.
4. Метрология. Стандартизация. Сертификация: учебник / под ред. А.С. Сигова. – 3-е изд. – Москва: Форум, 2012. – 328 с.
5. Назаров, В. И. Теплотехнические измерения и приборы: учебное пособие для вузов / В. И. Назаров, В. А. Чт тиж, А. Л. Буров. – Минск: Техноперспектива, 2008 – 174 с.
6. Эрастов, В. Е. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие для вузов / В. Е. Эрастов. – Москва: Форум, 2010 – 204 с.

Дополнительная литература

1. Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. для вузов / Ю. В. Димов. – 2-е изд. – Санкт-Петербург: Питер, 2004 – 432 с.
2. Мурин, Г. А. Теплотехнические измерения: учебник для энерг. и энергостроит. техникумов / Г. А. Мурин. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергия, 1979 – 424 с.
3. Чистяков В.С. Краткий справочник по теплотехническим измерениям / В. С. Чистяков. – Москва: Энергоатомиздат, 1990 – 320 с.

Электронные учебно-методические комплексы

1. Новиков, М. Н. Метрология и стандартизация: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / М. Н. Новиков, Е. Н. Волкова, А. А. Нижников. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011.

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

1. Метрология и стандартизация: практикум по одноименному курсу для студентов специальностей 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» дневной и заочной форм обучения / М.Н. Новиков, Е.Н. Макеева, О.Ю. Морозова. - Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2015, – 35 с.

Примерный перечень лабораторных работ

1. Изучение приборов для измерения температуры, определение погрешностей измерений.
2. Изучение принципа действия, конструкции и способов поверки термоэлектрических термометров.
3. Изучение конструкции, принципа действия и методов поверки термометров сопротивления.
4. Изучение приборов для измерения давления.
5. Изучение устройства и принципа действия грузопоршневых манометров. Поверка деформационных манометров
6. Изучение приборов для измерения расхода жидкости.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Понятие «метрология». Основные принципы измерений.
2. Методы измерений.
3. Международная система единиц измерений.
4. Теплотехнические измерения. Теплотехнический контроль.
5. Измерительные приборы. Свойства.
6. Измерительные приборы. Основные элементы.
7. Классификация измерительных приборов. Государственная система приборов.
8. Погрешности измерений. Классификация.
9. Поверка измерительных приборов.
10. Допускаемые погрешности и класс точности приборов
11. Измерение температуры. Температурные шкалы.
12. Классификация приборов для измерения температуры.
13. Термометры расширения. Особенности и устройство.
14. Термометры расширения. Установка, поверка и поправки к показаниям термометров.
15. Манометрические термометры. Устройство и классификация.
16. Манометрические термометры. Установка и поверка.
17. Термоэлектрические термометры. Основные свойства.
18. Термоэлектродные материалы. Типы и характеристики термопар.
19. Устройство термоэлектрических термометров. Поверка.
20. Потенциометры. Принцип действия. Компенсационный метод.
21. Магнитоэлектрический милливольтметр. Принцип действия и устройство.
22. Сопротивление цепи и поправки к показаниям термоэлектрических термометров.
23. Термометры сопротивления. Основные свойства.
24. Типы и характеристики термометров сопротивления.
25. Устройство термометров сопротивления
26. Мостовые методы измерения сопротивления. Уравновешенный из-

мерительный мост.

27. Неуравновешенный измерительный мост.

28. Логометры.

29. Пирометры излучения. Особенности.

30. Измерение температуры тел по их тепловому излучению. Классификация пирометров.

31. Монохроматические пирометры.

32. Пирометры полного и частичного излучения.

33. Пирометры спектрального отношения.

34. Измерение давления и разрежения. Общие сведения. Единицы измерения.

35. Классификация приборов для измерения давления и разрежения.

36. Жидкостные манометры и дифманометры. Особенности и классификация.

37. Двухтрубные и однотрубные жидкостные манометры.

38. Микроманометры, барометры и компрессионные манометры.

39. Установка, поверка и поправки к показаниям жидкостных манометров.

40. Деформационные манометры и дифманометры. Особенности и классификация.

41. Пружинные манометры.

42. Сильфонные манометры.

43. Мембранные манометры.

44. Установка, поверка и поправки к показаниям деформационных манометров.

45. Электрические и прочие манометры

46. Грузопоршневые манометры.

47. Вакуумметры и мановакуумметры.

48. Приборы для измерения уровня. Классификация, особенности.

49. Уровнемеры с визуальным отсчетом.

50. Гидростатические и дифманометрические уровнемеры.

51. Поплавковые и буйковые уровнемеры.

52. Емкостные и индуктивные уровнемеры.

53. Радиоволновые и акустические уровнемеры.

54. Термокондуктометрические уровнемеры.

55. Измерение уровня сыпучих материалов.

56. Приборы для измерения расхода жидкости, пара, газа и воздуха. Классификация и особенности.

57. Основы теории измерения расхода по перепаду давления в сужающих устройствах.

58. Расходомеры постоянного перепада давления, тахометрические и электромагнитные.

59. Ультразвуковые, вихревые и массовые расходомеры. Теплосчетчики.

60. Методы измерения влажности воздуха и газа.

61. Методы измерения влажности твердых и сыпучих тел.
62. Объемные химические газоанализаторы.
63. Тепловые и магнитные газоанализаторы.
64. Оптические, электрические и хроматографические газоанализаторы.
65. Анализ состава жидкостей (измерители концентрации: солемеры, кислородомеры, pH-метры).

Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- выполнение студентами индивидуальных заданий во время проведения лабораторных занятий;
- подготовка к тестированию по каждому модулю дисциплины;
- изучение справочной и нормативной литературы;
- подготовка докладов и презентаций по актуальным темам, в том числе не выносимым на лекционные занятия.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Наименование учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Техническая термодинамика	«Промышленная теплоэнергетика и экология»	Согласовано	Рекомендовать представленную учебную программу к утверждению

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

Е.Н. Макеева