

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

С.Луковникова Е.И.Луковникова
12 апреля 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.11 Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов

Закреплена за кафедрой Управления в технических системах

Учебный план b130301_22_ПТЭplx

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

Контрольная работа 7, Зачет 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Недель	17		
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	51	51	51	51
В том числе инт.	16	16	16	16
Итого ауд.	85	85	85	85
Контактная работа	85	85	85	85
Сам. работа	95	95	95	95
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):
к.т.н., доц., Григорьева Т.А. Р
Рабочая программа дисциплины

Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов
разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

составлена на основании учебного плана:

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
утверженного приказом ректора от 08.02.2022 протокол № 45.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Управления в технических системах

Протокол от 30. 05. 2022 г. № 10

Срок действия программы: 2022 - 2026 уч.г.

Зав. кафедрой Григорьева Т.А. Р

Председатель МКФ

10 08 апреля 2022 г.

Р

Латушкина С.В.

Ответственный за реализацию ОПОП

(подпись)

Бусатов Ю.Н.

Директор библиотеки

Сообщ
(подпись)

Сообщка Л.Р.
(ФИО)

№ регистрации

466
(методический отдел)

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
Управления в технических системах

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2023 г. № ____
Зав. кафедрой Григорьева Т.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Управления в технических системах

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2024 г. № ____
Зав. кафедрой Григорьева Т.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Управления в технических системах

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2025 г. № ____
Зав. кафедрой Григорьева Т.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Управления в технических системах

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2026 г. № ____
Зав. кафедрой Григорьева Т.А.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Формирование знаний и умений, необходимых для выбора метрологического обеспечения систем технологического контроля, автоматизации и управления теплоэнергетического оборудования
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О.11
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Электротехника и электроника
2.1.2	Физика
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Производственная (преддипломная) практика
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-5: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники

Индикатор 1	ОПК-5.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.
-------------	---

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	теоретические основы метрологии, основы метрологического обеспечения; принцип действия, устройство типовых средств измерений для измерения электрических и неэлектрических величин; основы автоматизации тепловых процессов; основы сертификации.
3.2	Уметь:
3.2.1	Выбирать средства измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывать результаты измерений и оценивать их погрешность.
3.3	Владеть:
3.3.1	основными методами измерений, обработки результатов измерений, оценки погрешностей измерений; основными принципами работы и составом АСУ объектом.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел	Раздел 1. Основы метрологического обеспечения измерений, сертификация						
1.1	Лек	Основы метрологического обеспечения.	7	2	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
1.2	Лек	Измерение. Основные свойства измерения. Виды и методы измерений	7	2	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	2	Традиционная форма ОПК-5.1.
1.3	Лек	Погрешности измерений и средств измерений.	7	2	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	2	Традиционная форма ОПК-5.1.

1.4	Лек	Сертификация. Стадии сертификации	7	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1	0	ОПК-5.1.
1.5	Лаб	Проверка и калибровка приборов	7	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1	0	
1.6	Лаб	Прямые и косвенные измерения	7	6	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	4	ОПК-5.1. сотрудничество в малых группах
1.7	Ср	Подготовка к зачету	7	15	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
1.8	Зачёт		7	6	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
	Раздел	Раздел 2. Технические измерения и приборы						
2.1	Лек	Средства измерения температуры.	7	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1	2	Традиционная форма ОПК-5.1.
2.2	Лек	Средства измерения давления	7	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1	0	ОПК-5.1.
2.3	Лек	Средства измерения уровня	7	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1	0	ОПК-5.1.
2.4	Лек	Средства измерения количества и расхода вещества	7	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1	0	ОПК-5.1.
2.5	Лаб	Методы измерения температуры	7	15		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1	4	ОПК-5.1. сотрудничество в малых группах
2.6	Лаб	Методы измерения давления	7	15		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1	0	ОПК-5.1.

2.7	Лаб	Проверка КИП	7	9	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
2.8	Ср	Подготовка к зачету	7	13	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
2.9	Зачёт		7	20	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
	Раздел	Раздел 3. Автоматизация тепловых процессов						
3.1	Лек	Системы автоматического регулирования	7	2	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э1 Э2	2	Традиционная форма ОПК-5.1.
3.2	Контр.раб.	Автоматизация тепловых процессов	7	7	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
3.3	Ср	Подготовка к зачету	7	14	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
3.4	Зачёт		7	20	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология коллективного взаимодействия (работа в малых группах) (самостоятельное изучение обучающимися нового материала посредством сотрудничества в малых группах, дает возможность всем участникам участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения)

Традиционная (репродуктивная) технология (преподаватель знакомит обучающихся с порядком выполнения задания, наблюдает за выполнением и при необходимости корректирует работу обучающихся)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы для текущего контроля

Раздел 1 Основы метрологического обеспечения измерений, сертификация

1 Предмет метрологии, ее основные задачи.

2 Шкалы величин

3 Международная система единиц (СИ).

4 Измерение. Основные свойства измерения.

5 Методы измерений.

6 Виды измерений.

7 Погрешности измерений.

8 Погрешности СИ

9 Метрологические характеристики средств измерения

10 Основы метрологического обеспечения.

11 Закон «Об обеспечении единства измерений».Основные положения

12 Проверка и калибровка СИ.

13 Основные цели и задачи сертификации

- 14 Правила и порядок проведения сертификации.
 Раздел 2 Технические измерения и приборы
 1 Измерение температуры. Классификация СИ температуры
 2 Термометры расширения.
 3 Манометрические термометры.
 4 Термоэлектрические термометры: устройство, принцип действия, типы.
 5 Термопреобразователи сопротивления: устройство, принцип действия, типы.
 6 Бесконтактные методы измерения температуры: пиromетры, радиометры, тепловизоры.
 7 Измерение давления. Виды измеряемых давлений.
 8 Классификация СИ давления.
 9 Жидкостные манометры.
 10 Деформационные датчики давления.
 11 Электрические датчики давления.
 12 Манометры с дифференциально-трансформаторной системой.
 13 Измерение уровня. Классификация приборов для измерения уровня.
 14 Визуальные уровнемеры. Поплавковые уровнемеры. Буйковые уровнемеры
 15 Гидростатические уровнемеры.
 16 Электрические уровнемеры.
 17 Ультразвуковые уровнемеры.
 18 Измерение расхода. Классификация приборов.
 19 Измерение расхода по перепаду давления.
 20 Электромагнитные расходомеры.
 21 Ультразвуковые расходомеры.
 22 Скоростные счетчики для жидкостей
 23 Ротационные счётчики для газов
 24 Напорные трубы
 Раздел 3
 1 Системы автоматического регулирования в тепловых объектах

6.2. Темы письменных работ

- Контрольная работа
 Тема 1 Автоматизация системы регулирования температуры пара в котлоагрегате
 Тема 2 Автоматизация системы регулирования давления пара в котлоагрегате
 Тема 3 Автоматизация процесса сушки пиломатериалов
 Тема 4 Автоматизация системы регулирования уровня воды в деаэраторе
 Задание
 1. Описание технологического процесса
 2. Функциональная схема автоматизации
 3. Выбор измерительного прибора

6.3. Фонд оценочных средств

- Вопросы к зачету
 Раздел 1 Основы метрологического обеспечения измерений, сертификация
 1 Предмет метрологии, ее основные задачи.
 2 Шкалы величин
 3 Международная система единиц (СИ).
 4 Измерение. Основные свойства измерения.
 5 Методы измерений.
 6 Виды измерений.
 7 Погрешности измерений.
 8 Погрешности СИ
 9 Метрологические характеристики средств измерения
 10 Основы метрологического обеспечения.
 11 Закон «Об обеспечении единства измерений».Основные положения
 12 Проверка и калибровка СИ.
 13 Основные цели и задачи сертификации
 14 Правила и порядок проведения сертификации.
 Раздел 2 Технические измерения и приборы
 1 Измерение температуры. Классификация СИ температуры
 2 Термометры расширения.
 3 Манометрические термометры.
 4 Термоэлектрические термометры: устройство, принцип действия, типы.
 5 Термопреобразователи сопротивления: устройство, принцип действия, типы.
 6 Бесконтактные методы измерения температуры: пиromетры, радиометры, тепловизоры.
 7 Измерение давления. Виды измеряемых давлений.
 8 Классификация СИ давления.
 9 Жидкостные манометры.
 10 Деформационные датчики давления.
 11 Электрические датчики давления.

- 12 Манометры с дифференциально-трансформаторной системой.
 13 Измерение уровня. Классификация приборов для измерения уровня.
 14 Визуальные уровнемеры. Поплавковые уровнемеры. Буйковые уровнемеры
 15 Гидростатические уровнемеры.
 16 Электрические уровнемеры.
 17 Ультразвуковые уровнемеры.
 18 Измерение расхода. Классификация приборов.
 19 Измерение расхода по перепаду давления.
 20 Электромагнитные расходомеры.
 21 Ультразвуковые расходомеры.
 22 Скоростные счетчики для жидкостей
 23 Ротационные счётчики для газов
 24 Напорные трубы

Раздел 3

1 Системы автоматического регулирования в тепловых объектах

6.4. Перечень видов оценочных средств

Вопросы к зачету, отчеты по лабораторным работам, контрольная работа.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**7.1. Рекомендуемая литература****7.1.1. Основная литература**

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1. 1	Ким К.К., Анисимов Г.Н., Барбович В.Ю., Литвинов Б.Я.	Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учеб. пособие для вузов	Санкт- Петербург: Питер, 2008	15	
Л1. 2	Сергеев А.Г., Терегеря В.В.	Метрология, стандартизация и сертификация: учебник	Москва: Юрайт, 2012	15	
Л1. 3	Мазин В.Д.	Метрология и теплотехнические измерения: учебное пособие	Санкт- Петербург: СПбПУ, 2010	1	http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Мазин%20В.Д.Метрология%20и%20теплотехн.%20измерения.Уч.пособие.2010.pdf

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 1	Темгненевска я Т.В.	Измерения, погрешности и средства измерений: Учебное пособие	Братск: БрГУ, 2009	107	
Л2. 2	Тартаковски й Д.Ф., Ястребов А.С.	Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учебник для вузов	Москва: Высшая школа, 2008	10	
Л2. 3	Димов Ю.В.	Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов	Иркутск: ИрГТУ, 2002	48	
Л2. 4	Темгненевска я Т.В.	Основы метрологии и электрические измерения: лабораторный практикум	Братск: БрГУ, 2014	25	
Л2. 5	Виноградова А. А., Ушаков И. Е.	Законодательная метрология: учебное пособие	Санкт- Петербург: Лань, 2018	1	https://e.lanbook.com/book/106874

7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 1	Темгненевска я Т.В.	Метрология и измерительная техника: методические указания к выполнению контрольной работы	Братск: БрГУ, 2015	1	http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Техника/Темгненевская%20Т.В.%20Метрология%20и%20измерительная%20техника.МУ.2015.pdf

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронная библиотека БрГУ	
----	-----------------------------	--

Э2	Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»	
7.3.1 Перечень программного обеспечения		
7.3.1.1	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level	
7.3.1.2	National Instruments	

7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1 Издательство "Лань" электронно-библиотечная система

7.3.2.2 Электронная библиотека БГУ

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

A1002	Лаборатория вентиляции и кондиционирования	<p>Основное оборудование: Стенд температурный МСИ-2, Стенд МСИ-4 (измерение давления), Лабораторная установка «Кондиционер», Лабораторный стенд ТТ-1, Лабораторная установка «Насосные станции систем водоснабжения» НССВ; комплект оборудования ОМЭИ1-С-Р.</p> <p>Дополнительно: Маркерная доска - 1 шт.</p> <p>Учебная мебель: Комплект мебели (посадочных мест) - 12 шт. Комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт.</p>
1232	Учебная аудитория	Учебная мебель
1001	читальный зал №3	Учебная мебель. Оборудование 15- CPU 5000/RAM 2Gb/HDD (Монитор TFT 19 LG 1953S-SF);принтер HP LaserJet P3005

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью выполнения настоящих лабораторных работ является освоение студентами видов и методов измерений, методик определения рабочих характеристик средств измерений, определение погрешностей измерений. В процессе выполнения лабораторных работ студенты должны закрепить теоретические знания в области измерений, метрологии измерительных средств, приобрести определенные навыки по их поверке. Для каждой работы даны схемы и описания лабораторных установок, методика проведения работы. Лабораторный практикум содержит краткие теоретические сведения по материалу лабораторных работ, перечень необходимой для изучения учебной литературы, порядок оформления результатов работ.

При подготовке к выполнению очередной лабораторной работы необходимо ознакомиться с лекционным курсом дисциплины, рекомендованной литературой, с соответствующими разделами настоящего лабораторного практикума, а также выполнить требования, изложенные в пунктах «Подготовка к работе», имеющихся в описаниях к каждой работе. Проведение лабораторных работ начинается с вводного занятия, на котором преподаватель разбирает общую методику проведения работ, их цели и задачи, устанавливает последовательность их выполнения и знакомит с применяемым оборудованием и приборами, а также излагает основные требования техники безопасности.

Студент допускается к выполнению работы только после предварительной проверки преподавателем его подготовленности к данной работе.

Результаты работы должны быть оформлены в точном соответствии с разделом «Порядок оформления отчета по лабораторной работе» настоящих методических указаний.

Лабораторные работы выполняются группой из 2-3 человек. Отчет по выполненной работе представляется каждой группой. Студент допускается к очередной работе только после представления преподавателю оформленного отчета по предыдущей работе. При сдаче отчета преподаватель опрашивает студентов в объеме материала данной работы.

Материал лекций учитывается при подготовке к лабораторным занятиям.

Учебным планом предусмотрены лекции, лабораторные работы, контрольная работа, самостоятельная работа студента, подготовка и сдача зачета. Самостоятельная работа способствует сознательному усвоению, углублению и расширению теоретических знаний; формирует необходимые профессиональные умения и навыки и совершенствует имеющиеся; происходит более глубокое осмысление методов научного и творческого познания конкретной дисциплины.