

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ Е.И.Луковникова

_____ 05 июня _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.О.14 Метрология, сертификация, технические измерения в
теплоэнергетике**

Закреплена за кафедрой **Управления в технических системах**

Учебный план b130301_23_ПТЭ.plx

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

Контрольная работа 6, Зачет 6

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	18			
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	36	36	36	36
Лабораторные	36	36	36	36
В том числе инт.	16	16	16	16
В том числе в форме практ.подготовки	36	36	36	36
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	72	72	72	72
Сам. работа	72	72	72	72
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):
к.т.н., доц., Григорьева Т.А. _____

Рабочая программа дисциплины

Метрология, сертификация, технические измерения в теплоэнергетике

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
утвержденного приказом ректора от 17.02.2023 № 72.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Управления в технических системах

Протокол от 19 апреля 2023 г. № 09

Срок действия программы: 2023-2027 уч.г.

Зав. кафедрой Григорьева Т.А. _____ -

Председатель МКФ

старший преподаватель Латушкина С.В. _____ 24 апреля 2023 г. № 09

Ответственный за реализацию ОПОП _____ Булатов Ю.Н.

Директор библиотеки _____ Сотник Т.Ф.

№ регистрации _____ 28
(методический отдел)

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 _____

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 _____

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 _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Управления в технических системах

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Формирование знаний и умений, необходимых для проведения измерений физических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники; метрологических характеристик средств измерения.
-----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О.14
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)**ПК-3: Способен к ведению заданного режима работы оборудования ТЭС**

Индикатор 1	ПК-3.1. Соблюдает заданный режим работы оборудования ТЭС
ОПК-6. : Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	
Индикатор 1	ОПК-6.1. 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; основы метрологического обеспечения, сертификации и принципы действия и устройство средств измерения параметров ТЭС.
3.2	Уметь:
3.2.1	выбирать средства измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывать результаты измерений и оценивать их погрешность; обрабатывать информацию, выбирать средства измерения технологических параметров ТЭС.
3.3	Владеть:
3.3.1	основными методами измерений, обработки результатов измерений, оценки погрешностей измерений; основными принципами работы и составом АСУ объектом; основными принципами работы средств измерений ТЭС.

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	Основны метрологического обеспечения.	6	2	ОПК-6. ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ОПК-6.1.
1.2	Лек	Измерение. Основные свойства измерения. Виды и методы измерений	6	2	ОПК-6. ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2	2	Традиционна я форма ПК-3.1, ОПК-6.1.
1.3	Лек	Погрешности измерений и средств измерений.	6	4	ОПК-6. ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2	4	Традиционна я форма ПК-3.1, ОПК-6.1.

1.4	Лек	Сертификация. Стадии сертификации	6	4	ОПК-6. ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ОПК-6.1.
1.5	Лаб	Поверка и калибровка приборов	6	4	ОПК-6. ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ОПК-6.1.
1.6	Лаб	Прямые и косвенные измерения	6	4	ОПК-6. ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2	4	сотрудниче ство в малых группах ПК-3.1, ОПК-6.1.
1.7	Ср	Подготовка к зачету	6	20	ОПК-6. ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ОПК-6.1.
1.8	Зачёт		6	6	ОПК-6. ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ОПК-6.1.
	Раздел	Раздел 2. Технические измерения и приборы						
2.1	Лек	Средства измерения температуры.	6	6	ОПК-6. ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2	2	Традиционна я форма ПК-3.1, ОПК-6.1.
2.2	Лек	Средства измерения давления	6	6	ОПК-6. ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ОПК-6.1.
2.3	Лек	Средства измерения уровня	6	6	ОПК-6. ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ОПК-6.1.
2.4	Лек	Средства измерения количества и расхода вещества	6	6	ОПК-6. ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ОПК-6.1.
2.5	Лаб	Методы измерения температуры	6	14	ОПК-6. ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2	4	сотрудниче ство в малых группах ПК-3.1, ОПК-6.1.
2.6	Лаб	Методы измерения давления	6	14	ОПК-6. ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ОПК-6.1.
2.7	Контр.ра б.		6	13		Л3.1	0	ПК-3.1, ОПК-6.1.
2.8	Ср	Подготовка к зачету	6	13	ОПК-6. ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ОПК-6.1.

2.9	Зачёт		6	20	ОПК-6. ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-3.1, ОПК-6.1.
-----	-------	--	---	----	----------------	---------------------------------------------------------	---	---------------------

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

Раздел 1 Основы метрологического обеспечения измерений, сертификация

- 1.1. Устройство амперметра и вольтметра
- 1.2. Способы подключения амперметра и вольтметра
- 1.3. Различие систем по типу измерительного механизма
- 2.1. Виды измерений
- 2.2. Методы измерений
- 2.3. Виды погрешностей

Раздел 2 Технические измерения и приборы

- 1.1. Принцип действия биметаллического термометра
- 1.2. Принцип действия термометра расширения
- 1.3. Принцип действия манометрического термометра
- 2.1. Принцип действия манометра
- 2.2. Принцип действия тензорезисторного преобразователя давления
- 2.3. Принцип действия датчика избыточного давления
- 2.4. Принцип действия механического преобразователя давления

6.2. Темы письменных работ

Контрольная работа

Тема: Контроль и измерение технологических параметров в теплоэнергетике

6.3. Фонд оценочных средств

Вопросы к зачету

Раздел 1 Основы метрологического обеспечения измерений, сертификация

- 1.1 Величина. Классификация величин.
- 1.2 Типы шкал
- 1.3 Международная система единиц (СИ).
- 1.4 Измерение. Основные свойства измерения. Основное уравнение измерения
- 1.5 Методы измерений.
- 1.6 Виды измерений.
- 1.7 Качество измерений.
- 1.8 Погрешности измерений и средств измерений
- 1.9 Основы метрологического обеспечения.
- 1.10 Закон «Об обеспечении единства измерений». Основные положения
- 1.11 Техническая основа метрологического обеспечения.
- 1.12 Поверка и калибровка СИ.
- 1.13 Классификация средств измерений
- 1.14 Метрологические характеристики средств измерений
- 1.15 Принцип выбора средств измерений
- 1.16 Сертификация. Основные цели сертификации
- 1.17 Обязательная и добровольная сертификация
- 1.18 Этапы сертификации

Раздел 2 Технические измерения и приборы

- 2.1 Измерение температуры. Классификация СИ температуры
- 2.2 Термометры расширения.
- 2.3 Манометрические термометры.
- 2.4 Термоэлектрические термометры: устройство, принцип действия, типы.
- 2.5 Термопреобразователи сопротивления: устройство, принцип действия, типы.
- 2.6 Бесконтактные методы измерения температуры: пирометры, радиометры, тепловизоры.
- 2.7 Измерение давления. Виды измеряемых давлений.
- 2.8 Классификация СИ давления.

- 2.9 Жидкостные манометры.
 2.10 Деформационные датчики давления.
 2.11 Электрические датчики давления.
 2.12 Манометры с дифференциально-трансформаторной системой.
 2.13 Измерение уровня. Классификация приборов для измерения уровня.
 2.14 Визуальные уровнемеры. Поплавковые уровнемеры. Буйковые уровнемеры
 2.15 Гидростатические уровнемеры.
 2.16 Электрические уровнемеры.
 2.17 Ультразвуковые уровнемеры.
 2.18 Измерение расхода. Классификация приборов.
 2.19 Измерение расхода по перепаду давления.
 2.20 Электромагнитные расходомеры.
 2.21 Ультразвуковые расходомеры.
 2.22 Скоростные счетчики для жидкостей
 2.23 Ротационные счётчики для газов
 2.24 Напорные трубки

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., Барборович 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	Темгеньска я Т.В.	Измерения, погрешности и средства измерений: Учебное пособие	Братск: БрГУ, 2009	107	
Л2. 2	Тартаковский 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	Виноградова А. А., Ушаков И. Е.	Законодательная метрология: учебное пособие	Санкт- Петербург: Лань, 2022	1	https://e.lanbook.com/book/106874

7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 1	Григорьева Т.А., Толубаев В.Н.	Технические измерения и приборы: Методические указания к выполнению контрольной работы	Братск: БрГУ, 2006	58	
Л3. 2	Темгеньска я Т.В.	Основы метрологии и электрические измерения: лабораторный практикум	Братск: БрГУ, 2014	25	

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	Электронная библиотека БрГУ		
7.3.2.2	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система		
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
Аудитория	Назначение	Оснащение аудитории	Вид занятия
A1002	Лаборатория вентиляции и кондиционирования	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. Дополнительно: Маркерная доска - 1 шт. Учебная мебель: Комплект мебели (посадочных мест) - 12 шт. Комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт.	Лаб
A1210	Учебная аудитория (мультимедийный класс)	Основное оборудование: -Интерактивная доска SMART Board X885ix со встроенным проектором UX60 (Персональный компьютер i5-2500/H67/4Gb /500 Gb. Монитор TFT19 Samsung E 1920NR; акустическая система Jb-118) Дополнительно: - маркерная доска – 1 шт. Учебная мебель: -комплект мебели (посадочных мест) – 25 шт. -комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для преподавателя – 1/1 шт.	Лек
2201	читальный зал №1	Комплект мебели (посадочных мест) Стеллажи Комплект мебели (посадочных мест) для библиотекаря Выставочные шкафы ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung) (10шт.); принтер HP Laser Jet P2055D (1шт.)	Ср
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
<p>Целью изучения дисциплины 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 и измерительных средств. 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.</p> <p>При подготовке к выполнению очередной лабораторной работы необходимо ознакомиться с лекционным курсом дисциплины, рекомендованной литературой, с соответствующими разделами лабораторного практикума, а также выполнить требования, изложенные в пунктах «Подготовка к работе», имеющихся в описаниях к каждой работе. Результаты работы должны быть оформлены в отчете по лабораторной работе.</p> <p>Лабораторные работы выполняются группой из 2-3 человек. Отчет по выполненной работе представляется каждой группой. Материал лекций учитывается при подготовке к лабораторным занятиям.</p> <p>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.</p>			