

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Е.И.Луковникова

2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.О.22 Метрология, сертификация, технические измерения и
автоматизация тепловых процессов**

Закреплена за кафедрой **Управления в технических системах**

Учебный план bz130301_20_ПТЭ.plx

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

Экзамен 5

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	5		Итого	
	уп	рп		
Лекции	8	8	8	8
Лабораторные	8	8	8	8
В том числе инт.	2	2	2	2
Итого ауд.	16	16	16	16
Контактная работа	16	16	16	16
Сам. работа	191	191	191	191
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):
ст.пр., Темгеновская Т.В. Темгеновская Т.В.

Рабочая программа дисциплины

Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов

разработана в соответствии с ФГОС:

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

составлена на основании учебного плана:

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
утвержденного приказом ректора от 03.02.2020 протокол № 46.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Управления в технических системах

Протокол от 11.06 2020 г. № 11

Срок действия программы: 2020-2024 уч.г.

Зав. кафедрой Игнатъев И.В. Игнатъев И.В.

Председатель МКФ

старший преподаватель Ульянов А.Д. Ульянов А.Д. 11.06. 2020 г. 111

Ответственный за реализацию ОПОП Переев В.А.
(подпись) (ФИО)

Директор библиотеки Соткина В.В.
(подпись) (ФИО)

№ регистрации 385
(методический отдел)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О.22
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Физика
2.1.2	Тепломассообменное оборудование предприятий
2.1.3	Техническая термодинамика
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. Теоретические основы метрологии						
1.1	Лек	Виды и методы измерений	5	0,5	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0,5	лекция-презентация
1.2	Лек	Погрешности измерений и СИ.	5	0,5	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0,5	ОПК-5.1. лекция-презентация
1.3	Лек	Виды СИ. Принципы построения аналоговых и цифровых СИ.	5	0,5	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0,5	ОПК-5.1. лекция-презентация
1.4	Лек	Метрологические характеристики СИ.	5	0,5	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0,5	ОПК-5.1. лекция-презентация

1.5	Лек	Выбор СИ. Общие положения.	5	0,5	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
1.6	Лаб	Обработка результатов прямых однократных многократных наблюдений	5	4	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
1.7	Ср		5	30	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
1.8	Экзамен		5	2	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
	Раздел	Раздел 2. Основы метрологического обеспечения измерений						
2.1	Лек	Основы метрологического обеспечения	5	0,5	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
2.2	Лек	Законодательство РФ об обеспечении единства измерений	5	0,5	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
2.3	Лек	Структура и функции метрологической службы.	5	0,5	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
2.4	Лек	Поверка и калибровка СИ	5	0,5	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
2.5	Лаб	Поверка КИП	5	4	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
2.6	Ср		5	25	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
2.7	Экзамен		5	2	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
	Раздел	Раздел 3. Основы сертификации						
3.1	Лек	Основные цели сертификации	5	0,5	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.

3.2	Лек	Обязательная и добровольная сертификация	5	0,5	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
3.3	Лек	Правила и порядок проведения сертификации. Стадии сертификации	5	0,5	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
3.4	Ср		5	16	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
3.5	Экзамен		5	1	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
	Раздел	Раздел 4. Измерение температуры						
4.1	Лек	Средства измерения температуры.	5	0,5	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
4.2	Ср		5	30	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
4.3	Экзамен		5	1	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
	Раздел	Раздел 5. Измерение давления и разности давлений						
5.1	Лек	Средства измерения давления	5	0,5	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
5.2	Ср		5	30	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
5.3	Экзамен		5	1	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
	Раздел	Раздел 6. Измерение уровня						
6.1	Лек	Средства измерения уровня	5	0,5	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1. я

6.2	Ср		5	30	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
6.3	Экзамен		5	1	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
	Раздел	Раздел 7. Измерение количества и расхода вещества						
7.1	Лек	Средства измерения количества и расхода вещества	5	0,5	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
7.2	Ср		5	30	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.
7.3	Экзамен		5	1	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2	0	ОПК-5.1.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология компьютерного обучения(использование в учебном процессе компьютерных технологий и предоставляемых ими возможностях (электронные библиотеки, онлайн тесты, практические задания и т.д.))

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

Образовательные технологии с использованием интерактивных методов обучения (круглый стол (дискуссия, дебаты), семинар - исследование, семинар «Пресс – антипресс», мозговой штурм (брейнсторм, мозговая атака), деловые, имитационные, операционные и ролевые игры, case-study (анализ конкретных ситуаций, ситуационный анализ), мастер класс, дидактические игры)

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа, лекция – дискуссия, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция – пресс-конференция, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция-консультация, занятия с применением затрудняющих условий, методы группового решения творческих задач, метод развивающейся кооперации)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

- 1.1. Методы измерений.
- 1.2. Виды измерений.
- 1.3. Погрешности измерений.
- 1.4. Погрешности СИ
- 1.5. Принципы оценивания погрешно-стей.
- 1.6. СИ. Классификация СИ
- 1.7. Принципы построения аналоговых СИ.
- 1.8. Принципы построения цифровых СИ.
- 1.9. Метрологические характеристики аналоговых СИ, классификация.
- 1.10. Виды шкал СИ. Выбор нормирующего значения.
- 1.11. Метрологические характеристики цифровых СИ, классификация.
- 1.12. Обработка результатов однократных измерений
- 1.13. Обработка результатов многократных измерений
- 1.14. Выбор СИ. Общие положения.
- 2.1. Основы метрологического обеспечения.
- 2.2. Закон «Об обеспечении единства измерений». Основные положения
- 2.3. Структура и функции метрологической службы.
- 2.4. Поверка и калибровка СИ.

3.1. Основные цели и задачи сертификации
3.2. Обязательная и добровольная сертификация
3.3. Правила и порядок проведения сертификации.
3.4. Стадии сертификации.
5.1. Измерение температуры. Классификация СИ температуры
5.2. Термометры расширения: жидкостные, дилатометрические, биметаллические.
5.3. Манометрические термометры.
5.4. Термоэлектрические термометры: устройство, принцип действия, типы.
5.5. Термопреобразователи сопротивления: устройство, принцип действия, типы.
5.6. Бесконтактные методы измерения температуры: пирометры, радиометры, тепловизоры.
6.1. Измерение давления. Виды измеряемых давлений. Системные и внесистемные единицы измерения давления.
6.2. Классификация СИ давления.
6.3. Жидкостные манометры.
6.4. Деформационные датчики давления.
6.5. Электрические датчики давления.
6.6. Манометры с дифференциально-трансформаторной системой.
7.1. Измерение уровня. Классификация приборов для измерения уровня.
7.2. Визуальные уровнемеры. Поплавковые уровнемеры. Буйковые уровнемеры
7.3. Гидростатические уровнемеры.
7.4. Электрические уровнемеры.
7.5. Ультразвуковые уровнемеры.
8.1. Измерение расхода: расходомеры переменного перепада давления.
8.2. Расходомеры постоянного перепада давления.
8.3. Электромагнитные расходомеры.
8.4. Ультразвуковые расходомеры.
8.5. Расходомеры Кориолиса.
8.6. Вихревые и вихреакустические расходомеры.
8.7. Скоростные счетчики для жидкостей
8.8. Ротационные счетчики для газов
6.2. Темы письменных работ
не предусмотрены учебным планом
6.3. Фонд оценочных средств
вопросы к экзамену
6.4. Перечень видов оценочных средств
экзаменационные билеты, отчеты по лабораторным работам

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
ЛП.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	
ЛП.2	Сергеев А.Г., Терегеря В.В.	Метрология, стандартизация и сертификация: учебник	Москва: Юрайт, 2012	15	
ЛП.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
--	---------	----------	---------------	--------	-----------

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2.1	Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С.	Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учебник для вузов	Москва: Высшая школа, 2008	10	
Л2.2	Димов Ю.В.	Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов	Иркутск: ИргТУ, 2002	48	

7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3.1	Темгеновская Т.В.	Измерения, погрешности и средства измерений: Учебное пособие	Братск: БрГУ, 2009	107	
Л3.2	Темгеновская Т.В.	Основы метрологии и электрические измерения: лабораторный практикум	Братск: БрГУ, 2014	25	
Л3.3	Темгеновская 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/Темгеновская%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	Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 license No Level
7.3.1.3	National Instruments: LabVIEW Professional Development System, Circuit Design Suite, в который входят Multisim и Ultiboard.

7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система
7.3.2.2	Электронная библиотека БрГУ

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1354	Лаборатория технических средств автоматизации и измерений	Лабораторный стенд "Средства автоматизации и управления» САУ-ЛИФТ Лабораторный стенд "Средства автоматизации и управления САУ-МАКС" Лабораторный стенд "Средства автоматизации и управления САУ-МИНИ" Учебно-лабораторная установка "Электрические измерения" Лабораторный стенд для изучения промышленного программируемого контролера фирмы Siemens Учебная мебель
A1002	Лаборатория вентиляции и кондиционирования	Учебная мебель Стенд температурный МСИ-2, Стенд МСИ-4 (измерение давления), Лабораторная установка «Кондиционер», Лабораторный стенд ТТ-1, Стенд «Газовая динамика вентиляционных систем» ГД-ВЕНТ, Лабораторная установка «Насосные станции систем водоснабжения» НССВ

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 лабораторного практикума студенты должны закрепить теоретические знания в области измерений, метрологии измерительных средств, приобрести определенные навыки по их поверке, калибровке, наладке.

Лабораторный практикум включает работы, охватывающие изучение следующих вопросов: поверка КИП, косвенное измерение мощности методом амперметра и вольтметра и определение методической погрешности, обусловленной влиянием применяемых приборов, определение погрешности цифрового мультиметра, изучение погрешностей аналогового измерительного прибора, обработка результатов прямых многократных наблюдений при наличии грубых погрешностей, измерение температуры и давления.

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 и практическим занятиям.

Учебным планом предусмотрены лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, подготовка и сдача экзамена. В условиях рейтинговой системы контроля результаты текущего оценивания студента используются как показатель его текущего рейтинга.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы. Данный вид контроля стимулирует у обучающегося стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины. Обучающийся, пользуясь рабочей программой, основной и дополнительной литературой, сам организует процесс изучения дисциплины.

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.

Основными формами такой работы являются:

- конспектирование лекций и прочитанного источника;
- проработка материалов прослушанной лекции;
- самостоятельное изучение программных вопросов, указанных преподавателем на лекциях и выполнение домашних заданий;
- обзор и обобщение литературы по интересующему вопросу;
- подготовка к лабораторным занятиям и экзамену.