



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИТЭ
протокол №8 от 16.04.2024

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики
_____ Н.Д. Чичирова

«07» июня 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология и технические измерения

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов
и производств

Квалификация

бакалавр

г. Казань, 2022

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (приказ Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 730)

Программу разработал(и):

Доцент, к.т.н. _____ Богданова Н.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика Автоматизация технологических процессов и производств, протокол № 5 от 01.06 2022 г.

Зав. кафедрой _____ Плотников В.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Автоматизация технологических процессов и производств, протокол № 5 от 01.06 2022 г.

Зав. кафедрой _____ Плотников В.В.

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 05/22 от 07.06.2022

Зам. директора института Теплоэнергетики _____/Ахметзянова А.Т./

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики, протокол № 05/22 от 07.06.2022

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ Плотников В.В.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)

Целью освоения дисциплины Метрология и технические измерения является формирование общепрофессиональных компетенций, определяющих готовность к решению профессиональных задач по метрологическому обеспечению производства и оптимальному выбору и применению методов, технических средств и систем измерения, позволяющих обеспечивать управление технологическими процессами

Задачами дисциплины являются:

- формирование и развитие знаний основ метрологического обеспечения технологических процессов;
- формирование знаний классификации, конструкций и принципа действия средств измерений параметров технологического процесса;
- формирование способности выбирать средства измерений параметров технологических процессов;
- формирование навыков проведения измерительных экспериментов, анализа и описания результатов измерений.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора |
|---|---|
| ОПК-1 Применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности | ОПК-1.5 Способен проводить измерения величин применительно к объектам профессиональной деятельности, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность |

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

Б1.О.06 Русский язык и культура речи

Б1.О.03 Правоведение

Б1.О.12 Высшая математика

Б1.О.15 Физика

Б1.О.16 Химия

Б1.О.20 Материаловедение

Б1.О.22 Основы теории электрических цепей

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

Б1.В.08 Основы автоматизированных систем контроля и управления производством

Б1.В.03 Приборы контроля технологического процесса

Б1.В.11 Основы проектирования автоматизированных систем

Б2.О.02(П) Производственная практика (научно-исследовательская работа)

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

| Вид учебной работы | Всего ЗЕ | Всего часов | Семестр(ы) | | |
|---------------------------------------|-------------|----------------|------------|---|---|
| | | | 5 | | |
| ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ | 6 | 216 | 216 | | |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА* | 2 | 85 | 85 | | |
| АУДИТОРНАЯ РАБОТА | 1,9 | 83 | 83 | | |
| Лекции | 0,74 | 32 | 32 | | |
| Лабораторные работы | 0,37 | 16 | 16 | | |
| Практические (семинарские) занятия | 0,74 | 32 | 32 | | |
| КСР | 0,05 | 2 | 2 | | |
| КПА | 0,02 | 1 | 1 | | |
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ | 2,22 | 96 | 96 | | |
| Проработка учебного материала | | | | | |
| Курсовой проект | - | - | - | | |
| Курсовая работа | - | - | - | | |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 0,86 | 37 | 37 | | |
| Промежуточная аттестация: | | | Э | | |
| | | | - | - | - |

Для заочной формы обучения

| Вид учебной работы | Всего ЗЕ | Всего часов | Семестр(ы) | | |
|---------------------------------------|-------------|----------------|------------|--|--|
| | | | 3 | | |
| ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ | 6 | 216 | 216 | | |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА | 0,5 | 23 | 23 | | |
| АУДИТОРНАЯ РАБОТА | 0,45 | 19 | 19 | | |
| Лекции | 0,15 | 6 | 6 | | |
| Лабораторные работы | 0,1 | 4 | 4 | | |
| Практические (семинарские) занятия | 0,2 | 8 | 8 | | |
| КСР | 0,05 | 2 | 2 | | |
| КПА | 0,025 | 1 | 1 | | |
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ | 4,28 | 185 | 185 | | |
| Проработка учебного материала | | | | | |
| Курсовой проект | - | - | - | | |
| Курсовая работа | - | - | - | | |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 0,2 | 8 | 8 | | |
| Промежуточная аттестация: | | | Э | | |
| | | | - | | |

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

| Разделы дисциплины | Всего часов | Распределение трудоемкости по видам учебной работы | | | | | Формы и вид контроля | Индексы индикаторов формируемых компетенций |
|---------------------------|-------------|--|-----------|-----------|----------|-----------|----------------------|---|
| | | лекции | лаб. раб. | пр. зан. | КСР | сам. раб. | | |
| Раздел 1 | 26 | 12 | 4 | 12 | | 40 | ТК1 | ОПК-1.5..3, У,В |
| Раздел 2 | 82 | 20 | 12 | 32 | 2 | 56 | ТК2 | ОПК-1.5..3, У,В |
| Экзамен | 0 | | | | | 0 | ОМ 1 | ОПК-1.5..3, У,В |
| Итого за 5 семестр | 216 | 16 | | 32 | 2 | 58 | | |
| ИТОГО | 216 | 16 | | 32 | 2 | 58 | | |

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Метрологическое обеспечение измерений.

Тема 1.1. Метрологическое обеспечение производства, организация и проведение метрологических работ

Метрология. Цели и задачи метрологии. Виды метрологии. РМГ 29-2013 ГСИ. «Метрология. Основные термины и определения»

Тема 1.2. Измерения. Погрешности измерений.

Величина, значение величины, единицы измерения. Система величин и единиц СИ. Погрешности измерения: классификация, основные понятия и определения. Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений.

Раздел 2. Системы теплотехнического контроля. Измерение параметров технологического процесса

Тема 2.1. Система ГСП. Структурная схема системы автоматического регулирования. Роль измерений в процессе управления и регулирования. Исполнительные устройства, механизмы и регулирующие органы.

Тема 2.2. Измерения параметров технологических процессов.

Средства измерения давления и перепада давлений, уровня, температуры, расхода. Принципиальные схемы измерительных приборов и преобразователей, классификация, область применения,

3.4. Тематический план практических занятий

Метрология. Цели и задачи метрологии.

Виды метрологии.

РМГ 29-2013 ГСИ. «Метрология. Основные термины и определения»

Измерения. Виды измерений. Методы измерений.

Погрешности измерений. Классификация погрешностей.

Абсолютная погрешность измерений. Относительная погрешность. Приведенная погрешность. Систематическая и случайная погрешности.

Величина, значение величины, единицы измерения. Система величин и единиц СИ.

Метрологические характеристики средств измерений: класс точности, градуировочная характеристика, коэффициент преобразования,

чувствительность, порог чувствительности.

Классификация средств измерений.

Измерение давления.

Измерение уровня.

Измерение температуры.

Измерение расхода.

3.5. Тематический план лабораторных работ

Градуировка и поверка технических термомпар.

Поверка логометра.

Поверка пирометрического милливольтметра.

Расчет случайной погрешности многократных измерений.

3.6. Контролируемая самостоятельная работа

Подготовка презентации и доклада по темам практических и лекционных занятий.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

| Код компетенции | Код индикатора компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине | Уровень сформированности индикатора компетенции | | | |
|---|---|---|---|---|--|--------------------------------|
| | | | Высокий | Средний | Ниже среднего | Низкий |
| | | | от 85 до 100 | от 70 до 84 | от 55 до 69 | от 0 до 54 |
| | | | Шкала оценивания | | | |
| | | | отлично | хорошо | удовлетворительно | неудовлетворительно |
| | | | зачтено | | не зачтено | |
| ОПК-1 Применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа | ОПК-1.5 Способен проводить измерения величин применительно к объектам профессиональной деятельности, обрабатывает результаты измерений и оценивает | знать: Классификацию технических средств измерений по принципу измерения, их принципиальные схемы, их достоинства, недостатки, ограничения применения; методы расчета погрешностей | Классификацию технических средств измерений по принципу измерения, их принципиальные схемы, их достоинств | Классификацию технических средств измерений по принципу измерения, их принципиальные схемы, их достоинств | Классификацию технических средств измерений по принципу измерения, их принципиальные схемы, их недостатки; | Основные понятия и определения |

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|---|--|
| а и модели ровани я в профес сионал ьной деятел ьности | их погрешность | измерения; основные понятия и определения | ва, недостаток и, ограничен ия применен ия; методы расчета погрешно стей измерени я; основные понятия и определен ия | недостатк и; методы расчета погрешно стей измерени я; основные понятия и определен ия | основные понятия и определен ия | | |
| | | уметь: | | | | | |
| | | Выбирать и применять технические средства измерений на основании условий протекания технологическо го процесса; обрабатывать результаты измерений и оценивать их погрешность | Выбирать и применять техническ ие средства измерени й на основани и условий протекани я технологи ческого процесса; обрабаты вать результат ы измерени й и оценивать их погрешно сть | Выбирать и применен ять техническ ие средства измерени й на основани и условий протекан ия технологи ческого процесса; оценивать их погрешно сть | Применен ять техническ ие средства измерени й; оценивать их погрешно сть | Примене нять техничес кие средства измерени й | |
| | | владеть: | | | | | |
| Навыками выбора и применения технических средств измерений на основании | Навыками выбора и применен ия техническ их средств | Навыками выбора и применен ия техническ их средств | Навыками применен ия техническ их средств измерени | Навыкам и применен ия техничес ких средств | | | |

| | | | | | | |
|--|--|---|--|---|---------------------------------|-----------|
| | | условий протекания технологического процесса; обработки результатов измерений и оценки их погрешности | измерений на основании условий протекания технологического процесса; обработки результатов измерений и оценки их погрешности | измерений на основании условий протекания технологического процесса; оценки погрешности измерений | й; оценки погрешности измерений | измерений |
|--|--|---|--|---|---------------------------------|-----------|

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / И. А. Иванов, С. В. Урушев, Д. П. Кононов [и др.] ; Под редакцией И. А. Иванова и С. В. Урушева. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 356 с. — ISBN 978-5-507-44065-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/208667>.

2. Иванова Г.М. Кузнецов Н.Д. Чистяков В.С. Теплотехнические измерения и приборы Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 460 с., ил. — ISBN 5-7046-1046-3.

3. Шулепов, А. В., Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. В. Шулепов, Т. Ю. Васильева, ; под ред. В. П. Мельникова. — Москва : КноРус, 2021. — 441 с. — ISBN 978-5-406-08785-5. — URL: <https://book.ru/book/940990>. — Текст : электронный.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Теория автоматического управления. Линейные системы : учебное пособие по дисциплине "Теория автоматического управления" / К.Х. Гильфанов, В.Н. Подымов, В.В. Киселев. - Казань : КГЭУ, 2009. - 168 с. - 3385. - Текст : непосредственный.

2. Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник для вузов по специальности «Автоматизация теплоэнергетических процессов». — 3-е изд., перераб. — Москва: «Энергия», 1978. — 704 с.

3. Метрологическое обеспечение технических измерений в атомной энергетике: практикум / составитель Богданова Н.В. – Казань: КГЭУ, 2021. – 66 с.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

| № п/п | Наименование электронных и интернет-ресурсов | Ссылка |
|-------|--|---|
| 1 | Электронно-библиотечная система «Лань» | https://e.lanbook.com/ |
| 2 | Электронно-библиотечная система «ibooks.ru» | https://ibooks.ru/ |
| 3 | Электронно-библиотечная система «book.ru» | https://www.book.ru/ |
| 4 | Энциклопедии, словари, справочники | http://www.rubricon.com |
| 5 | Портал "Открытое образование" | http://npoed.ru |
| 6 | Единое окно доступа к образовательным ресурсам | http://window.edu.ru |

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

| № п/п | Наименование профессиональных баз данных | Адрес | Режим доступа |
|-------|---|---|---|
| 1 | Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования | http://fgosvo.ru | http://fgosvo.ru |
| 2 | Web of Science | https://webofknowledge.com/ | https://webofknowledge.com/ |
| 3 | Scopus | https://www.scopus.com | https://www.scopus.com |
| 4 | КиберЛенинка | https://cyberleninka.ru/ | https://cyberleninka.ru/ |
| 5 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU | http://elibrary.ru | http://elibrary.ru |
| 6 | Электронная библиотека диссертаций (РГБ) | diss.rsl.ru | diss.rsl.ru |
| 7 | Национальная электронная библиотека (НЭБ) | https://rusneb.ru/ | https://rusneb.ru/ |
| 8 | Техническая библиотека | http://techlibrary.ru | http://techlibrary.ru |

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

| № п/п | Наименование программного обеспечения | Описание | Реквизиты подтверждающих документов |
|-------|---------------------------------------|----------|-------------------------------------|
| | | | |

| | | | |
|---|-----------------------------------|--|---|
| 1 | Windows Профессиональная (Pro) | 7 Пользовательская операционная система | №2011.25486 от 28.11.2011 |
| 2 | LMS Moodle | Это современное программное обеспечение | https://download.moodle.org/releases/latest/ |
| 3 | Браузер Chrome | Система поиска информации в сети интернет (включая | https://www.google.com/intl/ru/chrome/ |

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Наименование вида учебной работы | Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории | Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения |
|----------------------------------|--|--|
| Лекции | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа | Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия |
| Практические занятия | Компьютерный класс с выходом в Интернет В-419 | Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер, экран), лицензионное программное обеспечение |
| | Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а | Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение |
| Самостоятельная работа | Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а | Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение |
| | Читальный зал библиотеки | Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение |

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют

возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии,

дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

| № п/п | № раздела внесения изменений | Дата внесения изменений | Содержание изменений | «Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину | «Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая |
|-------|------------------------------|-------------------------|----------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Метрология и технические измерения

(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

г. Казань, 2022

Оценочные материалы по дисциплине, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1. Технологическая карта

Семестр 5

| Наименование раздела | Формы и вид контроля | Рейтинговые показатели | | | | | | | |
|---|----------------------|------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|-------------|--------------------------|
| | | I текущий контроль | Дополнительные баллы к ТК1 | II текущий контроль | Дополнительные баллы к ТК2 | III текущий контроль | Дополнительные баллы к ТК3 | Итого | Промежуточная аттестация |
| Раздел 1. « Метрологическое обеспечение измерений» | ТК1 | 20 | | | | | | 0-20 | 0-20 |
| Разноуровневые задания | | 10 | | | | | | | |
| Отчет по лабораторным работам | | 10 | | | | | | | |
| Раздел 2. « Системы теплотехнического контроля. Измерение параметров технологического процесса » | ТК2 | | | 40 | | | | 0-40 | 20-60 |
| Разноуровневые задания | | | | 30 | | | | | |
| Отчет по лабораторным работам | | | | 10 | | | | | |
| Промежуточная аттестация (Экзамен) | ОМ | | | | | | | | 0-40 |
| В письменной форме по билетам | | | | | | | | | 0-40 |
| | | | | | | | | | |

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

| Код компетенции | Код индикатора компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине | Уровень сформированности индикатора компетенции | | | |
|-----------------|----------------------------|---|---|-------------|-------------------|---------------------|
| | | | Высокий | Средний | Ниже среднего | Низкий |
| | | | от 85 до 100 | от 70 до 84 | от 55 до 69 | от 0 до 54 |
| | | | Шкала оценивания | | | |
| | | | отлично | хорошо | удовлетворительно | неудовлетворительно |

| | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|--|
| | | | | | | тельно |
| | | | зачтено | | | не зачтено |
| ОПК-1 Применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности | ОПК-1.5 Способен проводить измерения величин применительно к объектам профессиональной деятельности, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность | знать: | | | | |
| | | Классификацию технических средств измерений по принципу измерения, их принципиальные схемы, их достоинства, недостатки, ограничения применения; методы расчета погрешностей измерения; основные понятия и определения | Классификацию технических средств измерений по принципу измерения, их принципиальные схемы, их достоинства, недостатки, ограничения применения; методы расчета погрешностей измерения; основные понятия и определения | Классификацию технических средств измерений по принципу измерения, их принципиальные схемы, их достоинства, недостатки, методы расчета погрешностей измерения; основные понятия и определения | Классификацию технических средств измерений по принципу измерения, их принципиальные схемы, их достоинства, недостатки, методы расчета погрешностей измерения; основные понятия и определения | Классификацию технических средств измерений по принципу измерения, их принципиальные схемы, их достоинства, недостатки, основные понятия и определения |
| | | уметь: | | | | |
| | | Выбирать и применять технические средства измерений на основании условий протекания технологического процесса; обрабатывать результаты измерений и оценивать их погрешность | Выбирать и применять технические средства измерений на основании условий протекания технологического | Выбирать и применять технические средства измерений на основании условий протекания технологического | Применять технические средства измерений; оценивать их погрешность | Применять технические средства измерений |

| | | | | | | |
|--|--|---|---|--|---|---|
| | | | процесса; обрабаты вать результат ы измерени й и оценивать их погрешно сть | оценивать их погрешно сть | | |
| | | владеть: | | | | |
| | | Навыками выбора и применения технических средств измерений на основании условий протекания технологическо го процесса; обработки результатов измерений и оценки их погрешности | Навыками выбора и применения технических средств измерений на основании и условий протекания технологическо го процесса; обработк и результат ов измерени й и оценки их погрешно сти | Навыками выбора и применения технических средств измерений на основании и условий протекания технологическо го процесса; оценки погрешно сти измерени й | Навыками применения технических средств измерений; оценки погрешности измерений | Навыкам и применения технических средств измерений |

Оценка **«отлично»** выставляется по результатам защиты лабораторных работ и письменных опросов в случае глубокого всестороннего понимания и раскрытия темы лабораторной работы и вопросов, за полные и содержательные ответы на вопросы билета.

Оценка **«хорошо»** выставляется по результатам защиты лабораторных работ и письменных опросов в случае достаточного всестороннего понимания и раскрытия темы лабораторной работы и вопросов, за содержательные ответы на вопросы билета.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется по результатам защиты лабораторных работ и письменных опросов в случае одностороннего

понимания и раскрытия темы лабораторной работы и вопросов, за ответы на базовые вопросы билета.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется в случае, если имеются не сданные лабораторные работы или при сдаче работы студент демонстрирует отсутствие понимания темы работы, за отсутствие готовности отвечать на базовые вопросы билета.

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

| Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Описание оценочного средства |
|---------------------------------------|--|--|
| Разноуровневые задачи и задания (РЗЗ) | Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения | Разноуровневые задачи и задания (РЗЗ) |
| Отчет по лабораторной работе (ОЛР) | Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету | Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету |

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Пример задания

Для текущего контроля ТК1:

ОПК-1 Применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ОПК-1.5 Способен проводить измерения величин применительно к объектам профессиональной деятельности, обрабатывает результаты измерений

и оценивает их погрешность.

Отчет по лабораторной работе.

Содержание отчета:

- 1) Название лабораторной работы.
- 2) Цель работы.
- 3) Решение практических задач по теме работы.
- 4) Составление задач по теме работы.

Контрольные вопросы и задания:

1. Что характеризует погрешность измерения?
2. Что такое погрешность средства измерений и погрешность результата измерений?
3. Как классифицируют погрешности измерений?
4. Дайте определение погрешностям измерений по форме количественного выражения.
5. Дайте определение погрешностям измерений по характеру проявления.
6. Дайте определение погрешностям измерений по причине их возникновения.
7. Дайте определение погрешностям измерений по характеру поведения измеряемой величины.
8. Дайте определение погрешностям измерений по условиям выполнения измерений.
9. Приведите пример определения истинного значения измеряемой величины с учетом систематической погрешности.
10. Что такое случайная погрешность?

Разноуровневые задачи и задания

1. Термометр показывает температуру $+320^{\circ}\text{C}$. Систематическая погрешность этого термометра равна -5°C (К). Каково истинное значение измеряемой температуры?
2. Определите результат косвенного измерения сопротивления резистора, если напряжение участка цепи равно 4 В, сила тока 20 мА.
3. Температуру окружающего воздуха измерили комнатным термометром. Результат измерения составил 22°C . Выразите измеренную температуру в градусах Фаренгейта и Кельвинах.
4. Были произведены многократные измерения термо-эдс с целью определения закона распределения погрешности. Все результаты были разбиты на 10 интервалов, границы которых и число приходящихся на каждый из них значений измеряемой величины приведены в таблице.
5. Построить гистограмму статистического ряда. Соответствует ли она закону равномерной плотности?
6. Произведено 10 измерений длины металлического бруска. Результаты измерения: 17,1; 17,2; 16,8; 16,5; 17,5; 18,0; 17,0; 17,6; 16,9; 17,4 мм. Определите погрешность измерения длины бруска, если доверительная вероятность $P=0,998$.
7. Проведено однократное измерение ТЭДС автоматическим потенциометром

класса точности 0,5 градуировки ХК со шкалой от 200 до 600°C. Указатель стоит на отметке 550°C. Оценить максимальную относительную погрешность измерения ТЭДС потенциометром на отметке 550°C. Зависит ли относительная погрешность от показаний прибора?

8. Определить рабочую температуру, измеряемую термопарой типа ХК, если измеренная ТЭДС 6,38 мВ, холодный спай термостатирован при температуре 22 °С.
9. Определите рабочую температуру, если измерение проводилось термопарой типа ХА, термопарой типа ПП.
10. Как меняется предел допускаемой абсолютной погрешности измерения при увеличении показаний автоматического потенциометра? Будет ли постоянным предел допускаемой относительной погрешности в пределах шкалы автоматического потенциометра?

Для текущего контроля ТК2:

ОПК-1 Применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ОПК-1.5 Способен проводить измерения величин применительно к объектам профессиональной деятельности, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.

Отчет по лабораторной работе.

Содержание отчета:

- 1) Название лабораторной работы.
- 2) Цель работы.
- 3) Решение практических задач по теме работы.
- 4) Составление задач по теме работы.

Контрольные вопросы и задания:

1. Какие существуют температурные шкалы?
2. Перечислите существующие типы термометров.
3. Охарактеризуйте основные контактные методы измерения температуры. Какие вторичные приборы используются в комплекте с ними?
4. Опишите принцип действия термометров расширения.
5. По какому принципу работают манометрические термометры? На какие виды подразделяются?
6. Устройство и принцип действия термоэлектрического термометра.
7. Какие существуют методы и средства для измерения ТЭДС?
8. Какие требования предъявляются к термопарам?
9. Устройство и принцип действия термометра сопротивления.
10. Какие измерения называются прямыми? Как они классифицируются?

Разноуровневые задачи и задания

1. Рассчитайте силу тяжести (гравитации), которая будет действовать на тело массой в 1 кг.

2. Сила в 1000 Н приложена к:
3. а) площади поверхности в 0.2 м^2 ;
4. б) площади поверхности в 2 м^2 ;
5. Найти давление в каждом случае, выраженное в Па и бар.
6. Сила в 1000 Н приложена к поверхности площадью 500 мм^2 . Найти давление, оказываемое на поверхность в Па и бар.
7. Найдите давление, оказываемое на поверхность площадью 0.1 мм^2 силой в 20 Н. Дайте ответ в Па и бар.
8. Найдите давление, оказываемое столбом жидкости высотой 2 м, если в емкости находится ртуть с плотностью 13560 кг/м^3
9. Найдите давление, оказываемое столбом жидкости высотой 2 м, если в емкости находится нефть с плотностью $0,82$.
10. Резервуар на рисунке содержит воду и бензин. Рассчитать давление на дно резервуара. Выразить давление в Па и бар.
11. Решите задачу, схема которой приведена на рисунке. Рассчитайте давление на дно резервуара. Выразите давление в Па и бар.
12. Газ имеет манометрическое давление 10.2 бара. Найти абсолютное давление газа, если атмосферное давление составляет 1.013 бар. Выразить давление в Па и бар.
13. Определите значение давления, приложенного к манометру в Па, если наполняющая жидкость – ртуть: $\rho = 13560 \text{ кг/м}^3$.

Для промежуточной аттестации:

Кейс-задачи:

1. Необходимо производить измерения перепада давлений в двух точках трубопровода малого диаметра, по которому протекает вода, во время проведения научного исследования.
2. Необходимо производить измерения перепада давлений в двух точках трубопровода большого диаметра, по которому протекает нефть, во время проведения научного исследования.
3. Необходимо производить измерения перепада давлений в двух точках трубопровода малого диаметра, по которому протекает нефть, во время проведения научного исследования.
4. Необходимо производить измерения перепада давлений в двух точках трубопровода большого диаметра, по которому протекает вода, во время проведения научного исследования.
5. Необходимо осуществлять измерение уровня в резервуаре с жидкостью при следующих условиях. Резервуар с водой находится под давлением, превышающем атмосферное. Высота резервуара 6 м. Площадь дна резервуара 4 м^2 .
6. Обеспечьте для персонала возможность непосредственного снятия показаний, а также возможность сигнализации при превышении максимально возможного уровня.
7. Необходимо осуществлять измерение уровня в резервуаре с жидкостью при следующих условиях. Резервуар с водой находится под давлением,

превышающем атмосферное. Высота резервуара 2 м. Площадь дна резервуара 8 м².

8. Необходимо осуществлять измерение уровня в резервуаре с жидкостью при следующих условиях. Резервуар с жидкостью, имеющей плотность 720 кг/м³, находится при атмосферном давлении в закрытом резервуаре. Жидкость химически активна, содержит твердые частицы в осадке. При заполнении резервуара жидкостью на ее поверхности образуется пена.
9. Необходимо осуществлять измерение уровня в резервуаре с жидкостью при следующих условиях. Резервуар с жидкостью, имеющей плотность 820 кг/м³, находится при давлении ниже атмосферного в закрытом резервуаре. Жидкость химически инертна, содержит твердые частицы в осадке. При заполнении резервуара жидкостью на ее поверхности образуется пена.
10. Необходимо осуществлять измерение уровня в резервуаре с жидкостью при следующих условиях. Резервуар с жидкостью, имеющей плотность 720 кг/м³, находится при давлении выше атмосферного в закрытом резервуаре. Жидкость химически активна, содержит твердые частицы в осадке. При заполнении резервуара жидкостью на ее поверхности образуется пена.