

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе

_____ Василенко В.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

«30» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Автоматизация теплоэнергетических процессов

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) подготовки

Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника

Бакалавр

Воронеж

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Автоматизация теплоэнергетических процессов» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

- 16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сфере проектирования и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники);
- 20 Электроэнергетика (в сфере теплоэнергетики и теплотехники).

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, на основе примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», (уровень образования - бакалавриат).

Дисциплина направлена на решение типов задач профессиональной деятельности:

- сервисно – эксплуатационный;
- наладочный;
- организационно – управленческой;
- производственно – технологической;
- проектно – конструкторской.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной образовательной программы

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-6	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	ИД-1 _{ОПК-6} Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-1 _{ОПК-5} Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин	Знает: средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность в области автоматизации теплоэнергетических процессов
	Умеет: классифицировать системы автоматического управления, выбирать приборы для измерения температуры, давления, разряжения, расхода жидких и газообразных средств а так же их химического состава
	Имеет навыки: проектирования систем автоматизации теплоэнергетических процессов использования основных методов организации самостоятельного обучения и самоконтроля.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Электротехника и электроника» относится к модулю Блока 1 «Обязательный» основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.03 «Теплоэнергетика и теплотехника», уровень образования - бакалавриат). Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины «Электротехника и электроника» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Химия».

Дисциплина «Электротехника и электроника» является предшествующей для освоения следующих дисциплин: «Автоматизация теплоэнергетических процессов», «Энергосбережение и энергоаудит», «Оборудование предприятий энергетической отрасли», для проведения следующих практик: учебной, технологической, производственной и преддипломной.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего академических часов, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		6
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	37	37
Лекции	18	18
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Практические занятия	18	18
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Консультации текущие	0,9	0,9
Виды аттестации (зачет)	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	107	107
Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	18	18
Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	56	56
Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)		
Расчетно – графическая работа	18	18
	15	15

5 Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы
1	Теплотехнические измерения	Общие сведения об измерениях. Измерение температуры. Измерение давления и разрежения. Измерение расхода. Измерение уровня. Анализ дымовых газов. Контроль качества воды и пара. Организация теплотехнического контроля на предприятии.	77
2	Автоматизация теплоэнергетических процессов	Основные понятия об объектах регулирования и авторегуляторах. Аппаратура автоматического регулирования тепловых процессов. Автоматическое регулирование котельных установок. Автоматическое регулирование оборудования турбинных цехов тепловых электростанций. Технологическая защита теплового оборудования. Техника безопасности при эксплуатации систем управления теплоэнергетических процессов.	66

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПЗ, час	СРО, час
1.	Теплотехнические измерения	10	10	57
2.	Автоматизация теплоэнергетических процессов	8	8	50

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, часы
1	Теплотехнические измерения	Общие сведения об измерениях.	1
		Измерение температуры.	1
		Измерение давления и разрежения.	1
		Измерение расхода.	2
		Измерение уровня.	2
		Анализ дымовых газов.	2
		Контроль качества воды и пара	1
2	Автоматизация тепловых процессов	Основные понятия об объектах регулирования и авторегуляторах.	1
		Аппаратура автоматического регулирования тепловых процессов.	2
		Автоматическое регулирование котельных установок.	2

	Автоматическое регулирование оборудования турбинных цехов тепловых электростанций.	2
	Технологическая защита теплового оборудования.	1

5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость, часы
1	Теплотехнические измерения	Определение абсолютной, относительной и приведенной погрешности измерительного прибора.	2
		Расчет погрешностей при измерении температуры.	2
		Расчет погрешностей при измерении давления.	2
		Расчет погрешностей при измерении расхода.	2
		Расчет погрешностей при измерении уровня.	2
		Расчет погрешностей при измерении состава сред.	2
2	Автоматизация теплоэнергетических процессов	Разработка функциональной схемы автоматического управления котельной установкой.	2
		Разработка функциональной схемы автоматического управления турбинного цеха тепловой электростанции.	2
		Разработка схемы защиты теплового оборудования.	2

5.2.3 Лабораторный практикум не предусмотрен

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1.	Теплотехнические измерения	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-задач) Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-задач) Подготовка к защите по практическим работам: (собеседование, тестирование, решение кейс-задач)	57
2.	Автоматизация теплоэнергетических процессов	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-задач) Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-задач) Подготовка к защите по практическим работам: (собеседование, тестирование, решение кейс-задач)	50

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

1. Иванова, И. В. Теплотехнические измерения в теплоэнергетике : учебное пособие / И. В. Иванова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 140 с.

<https://e.lanbook.com/book/179178>

2. Электромеханические системы в теплоэнергетике : учебное пособие / составители Н. П. Кондратьева [и др.]. — Ижевск : УдГАУ, 2017. — 34 с.

<https://e.lanbook.com/book/133931>

6.2 Дополнительная литература

1. Середкин, А. А. Основы централизованного теплоснабжения : учебное пособие / А. А. Середкин, А. С. Стрельников. — Чита : ЗабГУ, 2017. — 199 с.

<https://e.lanbook.com/book/271658>

2. Гришкова, А. В. Системы централизованного теплоснабжения : учебное пособие / А. В. Гришкова. — Пермь : ПНИПУ, 2017. — 120 с.

<https://e.lanbook.com/book/160362>

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Данылиев, М. М. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс]: методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж: ВГУИТ, 2016. – 32 с. Режим доступа в электронной среде:

<http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>.

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	https://www.elibrary.ru/defaultx.asp
Образовательная платформа «Юрайт»	https://urait.ru/
ЭБС «Лань»	https://e.lanbook.com/
АИБС «МегаПро»	https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	http://minobrnauki.gov.ru
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	http://education.vsu.ru

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
Альт Образование	Лицензия № ААА.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
Microsoft Windows 8	Microsoft Open License
Microsoft Windows 8.1	Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г.

	https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Libre Office 6.1	Лицензия № ААА.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)
КОМПАС 3D LT v 12	(бесплатное ПО) http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html
T-FLEX CAD 3D Университетская	Договор № 74-В-ТСН-3-2018 с ЗАО «ТОП СИСТЕМЫ» от 07.05.2018 г. Лицензионное соглашение № А00007197 от 22.05.2018 г.
Компас 3D V21	Лицензионное соглашение с ЗАО «Аскон» № КАД-16-1380 Сублицензионный договор с ООО «АСКОН-Воронеж» от 09.02.2022 г.
APM WinMachine	Лицензионное соглашение с ООО НТЦ «АПМ» № 105416 от 22.11.2016 г.

Справочно-правовые системы

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Справочные правовая система «Консультант Плюс»	Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитории для проведения учебных занятий, в том числе в форме практической подготовки включают в себя:

Учебные специализированные лаборатории кафедры ИУС 326, 327.

Включают лабораторные установки состоящие из имитаторов объектом (вычислительный комплекс СУЛЗ, имитатор печи), технологической емкости для нагрева воды, технических средств автоматизации: датчиков (термопреобразователи сопротивления, ротаметр, вихревые расходомеры, датчик гидростатического уровня) и исполнительных устройств (регулирующие клапаны, ТЭН, циркуляционные насосы) и шкафов автоматического управления с цифровыми приборами автоматизации (цифровые регуляторы ТРМ151, ТРМ101, ТРМ1) и устройств связи с объектами (модули ввода-вывода сигналов МВА8, МВУ8), сетевые адаптеры АС-3М, АС4, рабочие станции семейства IBM PC с операционной системой семейства Microsoft Windows 7 и выше и прикладным программным обеспечением (программы-конфигураторы приборов ОВЕН, SCADA-системы ОВЕН, пакет Microsoft Office).

Дополнительно для самостоятельной работы обучающихся используются читальные залы ресурсного центра ВГУИТ оснащенные компьютерами со свободным доступом в сеть Интернет и библиотечным и информационно- справочным системам.

8. Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

ОМ представляются отдельным компонентом и **входят в состав рабочей программы дисциплины.**

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных средствах».

ПРИЛОЖЕНИЕ
к рабочей программе

1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения

1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом

Виды учебной работы	Всего академ. часов, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		4
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	13,8	13,8
Лекции	6	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Практические занятия	6	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Консультации текущие	1,7	1,7
Виды аттестации (зачет)	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	126,3	126,3
Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	6	6
Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	6	6
Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	104,3	104,3
Контрольная работа	10	10
Подготовка к зачету (контроль)	3,9	3,9

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

Автоматизация теплоэнергетических процессов

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-6	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	ИД-1 _{ОПК-6} Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин.
			ИД-2 _{ОПК-6} Обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-1 _{ОПК-6} Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин,	Знает: средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность в области автоматизации теплоэнергетических процессов
	Умеет: классифицировать системы автоматического управления, выбирать приборы для измерения температуры, давления, разряжения, расхода жидких и газообразных средств а так же их химического состава
	Имеет навыки: проектирования систем автоматизации теплоэнергетических процессов
ИД-2 _{ОПК-6} Обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	Знает: методы обработки результатов измерений и оценки их погрешности в области автоматизации теплоэнергетических процессов
	Умеет: обрабатывать результаты измерений и оценивать их погрешность в области автоматизации теплоэнергетических процессов
	Имеет навыки: в обработке результатов измерений и оценки их погрешности при проектирования систем автоматизации теплоэнергетических процессов

2. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№ заданий	
1.	Теплотехнические измерения	ОПК-6	Тест	1 - 26	Бланочное тестирование
			Собеседование	57 -79	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	102 -104	Проверка кейс задания
2.	Автоматизация теплоэнергетических процессов	ОПК-6	Тест	27 -56	Бланочное тестирование
			Собеседование	80 - 101	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	105 -107	Проверка кейс задания

3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

3.1 Тесты

№ задания	Формулировка вопроса
1	При прямых измерениях А) искомое значение находят непосредственно из опытных данных Б) находят на основании зависимости по результатам других измерений
2	При косвенных измерениях А) искомое значение находят непосредственно из опытных данных Б) находят на основании зависимости по результатам других измерений
3	В показывающем измерительном приборе А) значение считывается непосредственно на шкале или цифровом табло Б) значение записывается на диаграммной бумаге или в цифровой форме в запоминающем устройстве
4	В регистрирующем измерительном приборе А) значение считывается непосредственно на шкале или цифровом табло Б) значение записывается на диаграммной бумаге или в цифровой форме в запоминающем устройстве
5	В аналоговом измерительном приборе А) показания являются непрерывной функцией изменения измеряемой величины Б) показания даются в цифровой форме, которая является результатом дискретного преобразования сигналов измерительной информации
6	В цифровом измерительном приборе А) показания являются непрерывной функцией изменения измеряемой величины Б) показания даются в цифровой форме, которая является результатом дискретного преобразования сигналов измерительной информации
7	Величина, характеризующая степень нагретости, которая определяется внутренней кинетической энергией теплового движения молекул называется А) Давлением Б) Температурой вещества В) Электропроводностью вещества Г) Емкостью

8	<p>Методы измерения температуры бывают</p> <p>А) Контактный Б) Бесконтактный В) Дистанционный Г) Компенсационный</p>
9	<p>Измерение температуры термосопротивлениями основано на свойстве проводников и полупроводников изменять свое электрическое сопротивление при изменении температуры.</p> <p>А) свойстве проводников и полупроводников изменять свой объем при изменении температуры Б) свойстве проводников и полупроводников изменять свои размеры при изменении температуры В) свойстве проводников и полупроводников изменять свое электрическое сопротивление при изменении температуры Г) свойстве проводников и полупроводников вырабатывать термо-ЭДС при изменении температуры</p>
10	<p>При увеличении температуры сопротивление проводников</p> <p>А) возрастает Б) уменьшается В) не меняется Г) уменьшается или увеличивается</p>
11	<p>При увеличении температуры сопротивление полупроводников</p> <p>А) возрастает Б) уменьшается В) не меняется Г) уменьшается или увеличивается</p>
12	<p>В промышленных условиях наиболее широко применяются</p> <p>А) медные термометры сопротивления Б) железные В) платиновые термометры сопротивления Г) вольфрамовые</p>
13	<p>При использовании в качестве материала чувствительного элемента полупроводника, термометр сопротивления называется</p> <p>А) термистором Б) резистором В) тиристором Г) транзистором</p>
14	<p>Схемы включения термометра сопротивления</p> <p>А) Двухпроводная Б) Трехпроводная В) Четырехпроводная Г) Пятипроводная</p>

15	<p>Достоинства термометра сопротивления</p> <p>А) Высокая точность измерений Б) Относительно большой диапазон измерений (по сравнению с термопарами) В) Возможность исключения влияния изменения сопротивления линий связи на результат измерения Г) Практически линейная характеристика</p>
16	<p>Недостатки термометра сопротивления</p> <p>А) Дороговизна Б) Относительно малый диапазон измерений (по сравнению с термопарами) В) Невозможность исключения влияния изменения сопротивления линий связи на результат измерения Г) Требуется дополнительный источник питания для задания тока через датчик</p>
17	<p>Измерение температуры термоэлектрическими преобразователями (термопарами) основано на</p> <p>А) Свойстве проводников и полупроводников изменять свои размеры при изменении температуры Б) Свойстве проводников и полупроводников изменять свое электрическое сопротивление при изменении температуры В) Возникновении электрического тока в замкнутой цепи, состоящей из двух или нескольких разнородных проводников, когда спаи находятся при разных температурах Г) Свойстве проводников и полупроводников изменять свой объем при изменении температуры</p>
18	<p>Спай термоэлектрического преобразователя (термопары), называется горячим или рабочим, а второй, имеющий постоянную температуру t_0</p> <p>А) горячим или рабочим Б) холодным или свободным В) главным Г) второстепенным</p>
19	<p>ТЭДС $E_{AB}(t_p, t_0)$ термоэлектрического преобразователя (термопары) является функцией.</p> <p>А) от температуры холодного спаи t_0 при условии постоянства температуры горячего спаи t_p Б) от температуры горячего спаи t_p при условии постоянства температуры холодного спаи t_0 В) от температуры холодного спаи t_0 Г) от температуры горячего спаи t_p</p>
20	<p>Термопары градуируются при</p> <p>А) определенной постоянной температуре t_0 (обычно $t_0 = 0^\circ\text{C}$) Б) определенной постоянной температуре t_0 (обычно $t_0 = 20^\circ\text{C}$) В) определенной постоянной температуре t_0 (обычно $t_0 = 0^\circ\text{C}$ или 20°C) Г) любой температуре t_0</p>

21	<p>При изменении температура холодного спая t_0 по сравнению с градуировочным значением</p> <p>А) не вводится соответствующая корректировка Б) вводится соответствующая корректировка</p>
22	<p>Соединительные провода</p> <p>А) не должны быть термоэлектрически подобны термоэлектродам термопары Б) должны быть термоэлектрически подобны термоэлектродам термопары</p>
23	<p>Соединительные провода для термопар выполняются</p> <p>А) из тех же самых материалов, что и термоэлектроды Б) из других материалов, чем термоэлектроды</p>
24	<p>Повысить точность измерительной системы, включающей термопарный датчик можно за счет:</p> <p>А) Термопару из тонкой проволоки следует подключать с использованием удлинительных проводов меньшего диаметра; Б) Не допускать механических натяжений и вибраций термопарной проволоки; В) При использовании длинных удлинительных проводов, во избежание наводок, следует соединить экран провода с экраном вольтметра и тщательно перекручивать провода; Г) По возможности обеспечить резкие температурные градиенты по длине термопары; Д) Использовать удлинительные провода в их рабочем диапазоне и при минимальных градиентах температур;</p>
25	<p>Достоинства термопар:</p> <p>А) Высокая точность измерения значений температуры (вплоть до $\pm 0,01$ °С). Б) Большой температурный диапазон измерения: от -250 °С до $+2500$ °С. В) Сложность. Г) Дороговизна. Д) Надёжность.</p>
26	<p>Недостатки термопар:</p> <p>А) Для получения высокой точности измерения температуры (до $\pm 0,01$ °С) требуется индивидуальная градуировка термопары. Б) На показания влияет температура свободных концов, на которую необходимо вносить поправку. В) Эффект Пельтье. Г) Зависимость ТЭДС от температуры существенно не линейна. Д) Возникновение термоэлектрической неоднородности в результате резких перепадов температур, механических напряжений, коррозии и химических процессов в проводниках. Е) Простота. Ж) Дешевизна.</p>

27	<p>Предел отношения нормальной составляющей усилия F к площади S, на которую действует усилие называется</p> <p>А) Температурой вещества Б) Электропроводностью вещества В) Давлением Г) Емкостью</p>
28	<p>В Международной системе единиц (СИ) за единицу давления принят</p> <p>А) Ом Б) Метр В) Ньютон Г) Паскаль</p>
29	<p>Давление определяемое, когда за начало отсчета принимается нулевое давление, которое можно себе представить как давление внутри сосуда после полной откачки воздуха, называется</p> <p>А) Абсолютным Б) Барометрическим В) Избыточным Г) Вакуумметрическим</p>
30	<p>Давление, оказываемое атмосферой на все находящиеся в ней предметы называется</p> <p>А) Избыточным Б) Вакуумметрическим В) Абсолютным Г) Барометрическим</p>
31	<p>Давление, оказываемое атмосферой на все находящиеся в ней предметы называется</p> <p>А) Избыточным Б) Вакуумметрическим В) Абсолютным Г) Барометрическим</p>
32	<p>Разность между абсолютным давлением и атмосферным давлением называется</p> <p>А) Избыточным Б) Абсолютным В) Барометрическим Г) Вакуумметрическим</p>
33	<p>По принципу действия приборы для измерения давления бывают:</p> <p>А) Жидкостные Б) Деформационные В) Поршневые Г) Электрические Д) Оптические Е) Механические</p>

34	<p>Принцип измерения давления в жидкостных манометрах основан на</p> <p>А) Уравновешивании давления столбом жидкости Б) Уравновешивании давления деформации различных упругих элементов или по развиваемой силе В) Уравновешивании давления внешней силой, действующей на поршень Г) Преобразовании давления в какую-либо электрическую величину</p>
35	<p>Давление в жидкостном манометре определяется по</p> <p>А) Изменению высоты столба жидкости в правом колене U –образной трубки Б) Изменению высоты столба жидкости в левом колене U –образной трубки В) Сумме изменений высот столба жидкости в коленах U –образной трубки Г) Разности изменений высот столба жидкости в коленах U –образной трубки</p>
36	<p>Чашечные манометры применяются как правило для</p> <p>А) Тарировки рабочих приборов Б) Поверки рабочих приборов, В) В качестве рабочих приборов</p>
37	<p>Давление определяемое жидкостными манометрами рассчитывается по формуле</p> <p>А) $P = \rho g$ Б) $P = H \rho$ В) $P = H \rho g$</p>
38	<p>По виду упругого чувствительного элемента пружинные приборы делятся на следующие группы:</p> <p>А) Приборы с трубчатой пружиной Б) Мембранные приборы В) Сильфонно-мембранные Г) Пружинно-мембранные с гибкой мембраной Д) Приборы с упругой гармониквой мембраной (сильфоном) Е) Пружинно-сильфонные Ж) Трубчато-мембранные</p>
39	<p>Приборы с чувствительным элементом в виде гофрированных мембран, мембранных коробок и мембранных блоков применяют для измерения</p> <p>А) Небольших избыточных давлений и разрежений Б) Перепадов давления. В) Больших избыточных давлений Г) Больших разрежений</p>

40	<p>Мембраны попарно соединяют в мембранные коробки, а коробки в мембранные блоки, чтобы</p> <p>А) Компенсировать влияние атмосферного давления Б) Снизить прогиб в приборах для малых давлений В) Увеличить прогиб в приборах для малых давлений</p>
41	<p>Сильфон представляет собой</p> <p>А) Цилиндрический тонкостенный сосуд с глубокими параллельными волнами на боковой поверхности Б) Согнутую по дуге и запаянную с одного конца трубку эллиптического или овального сечения В) Тонкостенную пластину</p>
42	<p>Принцип измерения давления с помощью деформационного манометра</p> <p>А) Свойство изогнутой трубки некруглого сечения - изменять величину изгиба (угол закручивания), при изменении давления - обусловлено изменением формы сечения Б) Свойство изогнутой трубки некруглого сечения - изменять длину при изменении давления - обусловлено изменением формы сечения В) Свойство изогнутой трубки некруглого сечения - изменять объем при изменении давления - обусловлено изменением формы сечения</p>
43	<p>Рабочий предел измерения (наибольшее рабочее давление) при постоянном давлении должен быть</p> <p>А) Не менее 2/3 верхнего предела измерения при переменном давлении Б) Не более 2/3 верхнего предела измерения В) Не более 3/4 верхнего предела измерения Г) Не менее 3/4 верхнего предела измерения</p>
44	<p>Рабочий предел измерения (наибольшее рабочее давление) при переменном давлении должен быть</p> <p>А) Не более 2/3 верхнего предела измерения Б) Не менее 2/3 верхнего предела измерения В) Не менее 3/4 верхнего предела измерения Г) Не более 3/4 верхнего предела измерения</p>
45	<p>Грузопоршневой манометр предназначен для</p> <p>А) Лабораторного измерения давления Б) Измерения давления газовой среды В) Измерения давления на производстве Г) Поверки манометров как с помощью грузов, так и с помощью образцового манометра.</p>
46	<p>Количество вещества, проходящее через данное сечение трубопровода в единицу времени называется</p> <p>А) Давлением Б) Расходом вещества В) Температурой Г) Уровнем</p>

47	<p>Расход бывает</p> <p>А) Объемный Б) Динамический В) Массовый Г) Статический</p>
48	<p>Методы измерения расхода:</p> <p>А) Постоянного перепада давления Б) Переменного перепада давления В) Ультразвуковые Г) Термические Д) Переменного уровня Е) Калориметрические Ж) Деформационные З) Скоростного напора И) Электрические (индукционные) К) Жидкостные</p>
49	<p>Ротаметры – это приборы для измерения</p> <p>А) Давления Б) Температуры В) Расхода Г) Разности давлений</p>
50	<p>Ротаметры реализуют принцип измерения</p> <p>А) Расхода методом переменного перепада давления Б) Расхода методом постоянного перепада давления В) Расхода методом переменного уровня Г) Давления деформационным методом</p>
51	<p>Основными элементами ротаметра являются</p> <p>А) Коническая трубка Б) Цилиндрическая трубка В) Поплавок Г) Одновитковая трубчатая пружина</p>
52	<p>Ротаметр устанавливается на</p> <p>А) Вертикальный участок трубы Б) Горизонтальный участок трубы В) Вертикальный или горизонтальный участок трубы</p>
53	<p>Достоинства ротаметра</p> <p>А) Малые потери давления Б) Значительное давление среды В) Большой диапазон измерений Г) Измерение малых расходов Д) Потери давления не зависят от расхода</p>

54	Основными элементами при измерении расхода методом переменного перепада давления являются А) Коническая трубка Б) Сужающее устройство В) Дифманометр Г) Одновитковая трубчатая пружина
55	Сужающее устройство предназначено для А) Повышения давления Б) Создания турбулентного течения потока В) Стабилизации потока Г) Создания перепада давления
56	Давление на сужающем устройстве формируется следующим образом А) Перед и после сужающего устройства давление одинаковое Б) Перед сужающим устройством – пониженное, после – повышенное В) Перед сужающим устройством – повышенное, после - пониженное

3.2 Вопросы (зачет 6 семестр)

ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники

№ задания	Формулировка задания
57	Чем отличаются прямые измерения от косвенных?
58	Какие виды шкал измерительных приборов вы знаете?
59	Чем отличаются аналоговые и цифровые измерительные приборы?
60	В чем состоит отличие приведенной и относительной погрешности измерений?
61	Какие разновидности систематических погрешностей вы знаете?
62	Как воспроизводится международная температурная шкала?
63	Какие единицы измерения температуры вы знаете?
64	Какие методы измерения температуры вы знаете?
65	Какие термометрические вещества используются для заполнения стеклянных термометров?
66	Какие типы манометрических термометров вы знаете?
67	Как влияет температура и давление окружающей среды на показания манометрических термометров?
68	Каков принцип действия биметаллических термометров?
69	Какие требования предъявляются к материалу термопреобразователей сопротивления?
70	Из каких материалов выполняются металлические ТС?
71	В какой области температур используются платиновые и медные ТС?
72	В каком случае в цепи из двух проводников возникает термо-ЭДС и какие эффекты вызывает ее появление?
73	Какие существуют способы включения измерительных приборов в цепь термопары?
74	Какие стандартные термопары обладают максимальной и минимальной чувствительностью?
75	Какие стандартные термопары обладают максимальным и минимальным диапазоном измерений?
76	Для чего нужны удлиняющие термоэлектродные провода и какие требования к ним предъявляют?
77	Какие устройства используются для введения поправки на изменение температуры свободных концов?
78	В чем состоит преимущество потенциметрического метода измерения ТС (четы-

	рехпроводное подключение)?
79	Дайте характеристику уравновешенных и неуравновешенных мостов для измерения сопротивления?
80	Охарактеризуйте принцип действия автоматического уравновешенного моста?
81	Каковы положительные стороны передачи цифровой информации?
82	С возникновением каких погрешностей связано преобразование аналоговой информации в цифровой код?
83	Перечислите основные элементы присутствующие в цифровых измерительных приборах?
84	Какие разновидности пирометров излучения вы знаете?
85	Каков принцип действия жидкостных манометров?
86	Какие существуют способы повышения точности жидкостных манометров?
87	Какие разновидности упругих чувствительных элементов вы знаете?
88	Какие типы тензопреобразователей вы знаете и каков принцип их действия?
89	Конструкция, принцип действия уровнемеров с визуальным отсчетом?
90	Конструкция, принцип действия гидростатических уровнемеров.
91	Конструкция, принцип действия поплавковых и буйковых уровнемеров.
92	Конструкция, принцип действия емкостных уровнемеров.
93	Конструкция, принцип действия индуктивных уровнемеров.
94	Конструкция, принцип действия радиоволновых уровнемеров.
95	Конструкция, принцип действия акустических уровнемеров.
96	Измерение уровня сыпучих материалов.
97	Расходомеры переменного перепада давления.
98	Расходомеры постоянного перепада давления.
99	Теплосчетчики.
100	Методы измерения влажности газов.
101	Методы измерения влажности твердых тел.

3.3 Кейс – задачи к зачету

ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники

№ задания	Формулировка задания																																
102	<p>Ситуация: Вы работаете инженером на предприятии. В ходе плановых испытаний был проведен ряд измерений температуры кипения воды в барометрическом термостате, при этом получены следующие результаты (см. табл.).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>i</th> <th>t_i, °C</th> <th>i</th> <th>t_i, °C</th> <th>i</th> <th>t_i, °C</th> <th>i</th> <th>t_i, °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>98,6</td> <td>4</td> <td>97,8</td> <td>7</td> <td>97,9</td> <td>10</td> <td>98,2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>97,8</td> <td>5</td> <td>98,4</td> <td>8</td> <td>98,0</td> <td>11</td> <td>98,3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>98,1</td> <td>6</td> <td>98,3</td> <td>9</td> <td>98,1</td> <td>12</td> <td>98,3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Измерение барометрического давления не проводилось, предполагалось, что оно составляет 760 мм рт. ст., а температура кипения при этом равна 100 °C .</p> <p>Задание: По полученным результатам дайте заключение, какая погрешность — систематическая или случайная — является определяющей и как ее уменьшить.</p>	i	t _i , °C	i	t _i , °C	i	t _i , °C	i	t _i , °C	1	98,6	4	97,8	7	97,9	10	98,2	2	97,8	5	98,4	8	98,0	11	98,3	3	98,1	6	98,3	9	98,1	12	98,3
i	t _i , °C	i	t _i , °C	i	t _i , °C	i	t _i , °C																										
1	98,6	4	97,8	7	97,9	10	98,2																										
2	97,8	5	98,4	8	98,0	11	98,3																										
3	98,1	6	98,3	9	98,1	12	98,3																										

103	<p>Ситуация: Вы работаете инженером - энергетиком на предприятии. При испытании потенциометра КСП-4 градуировки ХК со шкалой 0—600 °С, класса 0,25 в точке 500 °С были получены следующие результаты (см. табл.).</p> <table border="1" data-bbox="416 309 1390 499"> <thead> <tr> <th>i</th> <th>X_{mi}, мВ</th> <th>X_{bi}, мВ</th> <th>i</th> <th>X_{mi}, мВ</th> <th>X_{bi}, мВ</th> <th>i</th> <th>X_{mi}, мВ</th> <th>X_{bi}, мВ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>40,16</td> <td>40,12</td> <td>5</td> <td>40,24</td> <td>40,18</td> <td>9</td> <td>40,18</td> <td>40,07</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>40,20</td> <td>40,10</td> <td>6</td> <td>40,15</td> <td>40,08</td> <td>10</td> <td>40,18</td> <td>40,09</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>40,17</td> <td>40,14</td> <td>7</td> <td>40,20</td> <td>40,12</td> <td>11</td> <td>40,15</td> <td>40,20</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>40,26</td> <td>40,14</td> <td>8</td> <td>40,22</td> <td>40,10</td> <td>12</td> <td>40,17</td> <td>40,10</td> </tr> </tbody> </table> <p>X_{mi} - значение термо-ЭДС при подходе к отметке со стороны меньших значений; X_{bi} - значение термр-ЭДС при подходе к отметке со стороны больших значений. Определите Задание: Определите систематическую составляющую Δ_с погрешности потенциометра в точке 500°С, оцените среднее квадратическое отклонение о случайной составляющей погрешности σ(Δ°) в той же точке шкалы потенциометра, а также наибольшее значение суммарной погрешности и вариацию.</p>	i	X _{mi} , мВ	X _{bi} , мВ	i	X _{mi} , мВ	X _{bi} , мВ	i	X _{mi} , мВ	X _{bi} , мВ	1	40,16	40,12	5	40,24	40,18	9	40,18	40,07	2	40,20	40,10	6	40,15	40,08	10	40,18	40,09	3	40,17	40,14	7	40,20	40,12	11	40,15	40,20	4	40,26	40,14	8	40,22	40,10	12	40,17	40,10
i	X _{mi} , мВ	X _{bi} , мВ	i	X _{mi} , мВ	X _{bi} , мВ	i	X _{mi} , мВ	X _{bi} , мВ																																						
1	40,16	40,12	5	40,24	40,18	9	40,18	40,07																																						
2	40,20	40,10	6	40,15	40,08	10	40,18	40,09																																						
3	40,17	40,14	7	40,20	40,12	11	40,15	40,20																																						
4	40,26	40,14	8	40,22	40,10	12	40,17	40,10																																						
104	<p>Ситуация: Вы работаете инженером - энергетиком на предприятии. В ходе плановых испытаний манометр со шкалой 0—16 МПа проходил испытания для проверки соответствия его метрологических характеристик технологическим условиям. При оценке погрешности в точке 10 МПа с помощью образцового манометра регистрировались значения давления при подходе со стороны меньших значений P_м и со стороны больших значений P_б (см. табл.)</p> <table border="1" data-bbox="416 943 1390 1010"> <tbody> <tr> <td>P_м, МПа</td> <td>10,08</td> <td>9,97</td> <td>10,06</td> <td>9,98</td> <td>9,95</td> <td>10,08</td> </tr> <tr> <td>P_б, МПа</td> <td>10,12</td> <td>10,05</td> <td>10,06</td> <td>10,09</td> <td>10,03</td> <td>10,10</td> </tr> </tbody> </table> <p>Задание: Определите оценки систематических и случайных составляющих погрешности.</p>	P _м , МПа	10,08	9,97	10,06	9,98	9,95	10,08	P _б , МПа	10,12	10,05	10,06	10,09	10,03	10,10																															
P _м , МПа	10,08	9,97	10,06	9,98	9,95	10,08																																								
P _б , МПа	10,12	10,05	10,06	10,09	10,03	10,10																																								
105	<p>Ситуация: Вы работаете инженером - энергетиком на предприятии. Вам поставлена задача ввести поправку в показания термоэлектрического термометра и определить температуру рабочего конца, если известно, что термо-ЭДС термометра типа S (платинородий—платиновый) равна 3,75 мВ, а температура свободных концов 32 °С.</p> <p>Задание: Определите поправку в показания термоэлектрического термометра и температуру рабочего конца термометра.</p>																																													
106	<p>Ситуация: Вы работаете инженером - энергетиком на предприятии. Вам поставлена задача измерить температуру пара термоэлектрическим термометром типа К, который с помощью удлиняющих термоэлектродных проводов подключен к милливольтметру. Милливольтметр установлен в помещении блочного щита, имеющего температуру 20 °С. Сопротивление милливольтметра 323, термометра в рабочих условиях 0,35 Ом. Подгонка сопротивления внешней линии до значения 5 Ом осуществляется при температуре 20 °С. Сопротивление удлиняющих термоэлектродных проводов 3,47 Ом при общей длине 150 м (в том числе 3 м внутри блочного щита).</p> <p>Задание: Оцените относительное изменение показаний милливольтметра, вызванное изменением температуры проводов от 20 до 65 °С. Температурный коэффициент электрического сопротивления проводов α=2,4·10⁻³ К⁻¹</p>																																													
107	<p>Ситуация: Вы работаете инженером - энергетиком на предприятии. Вам поставлена задача определить расход дымовых газов через цилиндрический трубопровод, если перепад давления на напорной трубке D_p=50 кгс/м². Диаметр трубопровода D=200 мм, коэффициент трубки k_t=0,98, плотность газов ρ=0,405 кг/м³. Трубка установлена на расстоянии 23,8 мм от стенки трубопровода. Кинематическая вязкость газов ν = 93,6·10⁻⁶ м²/с</p> <p>Задание: определите расход дымовых газов.</p>																																													

5. Матрица соответствия результатов обучения, показателей, критерием и шкал оценки

Результаты обучения (на основе обобщённых компетенций)	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценки	Критерии оценки	Шкала оценки	
				Академическая оценка (зачтено/не зачтено)	Уровень освоения компетенции
ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники					
Знать: средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность в области автоматизации теплоэнергетических процессов	Тест	Результат тестирования	50% и более правильных ответов	зачтено	освоена (базовый, повышенный)
			менее 50% правильных ответов	не зачтено	не освоена (недостаточный)
	Собеседование	Знание средств измерения электрических и неэлектрических величин, обработки результатов измерений и оценки их погрешности в области автоматизации теплоэнергетических процессов	Студент полностью раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой, изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности	зачтено	освоена (базовый, повышенный)
			Студент не раскрыл содержание материала, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины	не зачтено	не освоена (недостаточный)
Уметь: классифицировать системы автоматического управления, выбирать приборы для измерения температуры, давления, разряжения, расхода жидких и газообразных средств, а также их химического состава	Практические занятия	Умение классифицировать системы автоматического управления, выбирать приборы для измерения температуры, давления, разряжения, расхода жидких и газообразных средств а так же их химического состава	Студент выполнил расчеты, используя методы и методики расчета оборудования необходимые для профессиональной деятельности	зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Студент не выполнил расчеты.	не зачтено	не освоена (недостаточный)
Владеть: проектированием систем автоматизации теплоэнергетических процессов использованием ос-	Кейс-задача	Владение проектированием систем автоматизации теплоэнергетических процессов использованием основных методов организации самостоятель-	Студент разобрался в поставленной задаче предложил методику решения. При расчете оборудования использовал необходимую нормативную и техническую документацию, обосновал техническую возможность использования технологического оборудования	отлично	освоена (повышенный)

новых методов организации самостоятельного обучения и самоконтроля.		ного обучения и самоконтроля.	Студент не разобрался в поставленной задаче. Не предложил способов и методов ее решения.	не удовлетворительно	не освоена (недостаточный)
---	--	-------------------------------	---	----------------------	-------------------------------