

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Омский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ,
Проректор по УР ОмГТУ



_____ А.В. Мышлявцев
_____ 2017 г.

ПРОГРАММА

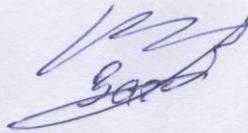
повышения квалификации

**«Методы и средства теплового контроля и их метрологическое
обеспечение»**

2017 г.

Программа разработана в соответствии с учебно-тематическим планом дисциплины.

Программу составили:



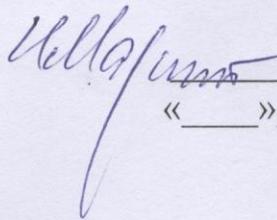
д.т.н., доцент, Захаренко В.А.
м.н.с., Захаренко В.В.

Заведующий кафедрой
«Электроника»



д.т.н., доцент, Захаренко В.А.
«___» _____ 2017 г.

Декан ИДПО



И.В. Маркечко
«___» _____ 2017 г.

1. Цель реализации программы

Целью изучения программы «Методы и средства теплового контроля и их метрологическое обеспечение» является:

- формирование необходимого уровня знаний и способностей по анализу и организации работы на предприятии в соответствии с требованиями действующей в РФ законодательной и нормативной базы в области методов и средств температурных измерений;
- формирования необходимого уровня знаний и развития способностей по оценке своих профессиональных действий при проведении измерений температуры и работ с метрологическим оборудованием;
- решению профессиональных задач по ремонту, обслуживанию и метрологической аттестации средств контактной и бесконтактной термометрии.

Задачами курса являются:

- эксплуатация различных средств контактного и бесконтактного измерения температуры в соответствии с нормативными требованиями;
- применения полученных знаний для квалифицированного измерения температуры;
- эксплуатация метрологического оборудования для поверки и калибровки средств контактной и бесконтактной термометрии;
- особенности проведения ремонта и обслуживания как средств измерения температуры, так и средств их поверки и калибровки.

В результате изучения программы слушатель должен знать, уметь, владеть следующим:

Знать:

- теоретические основы контактной термометрии;
- теоретические основы бесконтактной термометрии и тепловизионного контроля;
- физические принципы работы средств контактной термометрии;
- физические принципы работы средств бесконтактной термометрии;
- методы и средства метрологического обеспечения средств измерения температуры;
- методы и способы проведения работ по техническому обслуживанию средств измерения температуры средств метрологического обеспечения.

Уметь:

- квалифицированно производить контактные измерения температуры;
- грамотно производить бесконтактные контактные измерения температуры;
- квалифицированно производить тепловизионный контроль и измерения температуры при помощи тепловизоров;

- разрабатывать программы и проводить тепловизионные обследования и температурные измерения для задач мониторинга и энергоаудита

Владеть:

- Методами измерения температуры и оценки параметров приборов для измерения температуры;
- методами и способами технического обслуживания средств измерения температуры и их метрологического обеспечения;
- Информацией об областях применения и перспективах развития средств теплового контроля и измерений.

В результате изучения программы слушатель приобретет навыки по методам и средствам контактного и бесконтактного измерения температуры и с их метрологическому обеспечению.

2. Формализованные результаты обучения

Обучение по программе «Методы и средства теплового контроля и их метрологическое обеспечение» предполагает освоение соответствующих профессиональных компетенций:

- способностью налаживать, испытывать, проверять работоспособность измерительного, диагностического, технологического оборудования, используемого для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники и наноэлектроники (ОК-9);
- готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники (ПК-9);
- готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-5);

3. Содержание программы

УЧЕБНЫЙ ПЛАН
 программы повышения квалификации
 «Методы и средства теплового контроля и их метрологическое обеспечение»

Категория слушателей – инженерно-технические и управленческие работники.

Срок обучения – 72 часа.

Форма обучения – дистанционная.

Наименование раздела	Общая трудоемкость	По учебному плану с использованием дистанционных образовательных технологий, час								СРС, час	Текущий контроль			Промежу- точная аттестация	
		Консультационные занятия, Час				Дистанционные занятия, час					РК РГР Реф	КР	КП	Зачет	Экзамен
		Всего	из них			Всего	из них								
			лекц.	лаб. раб	прак. зан., сем.		лекц.	лаб. раб	прак. зан., сем.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Физические процессы, лежащие в основе действия контактных средств измерения температуры	4	2	2	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Средства контактных измерений температуры	20	14	4	10	-	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Физические процессы и законы, лежащие в основе бесконтактных измерений температуры	8	4	4	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-
4. Приборы и устройства бесконтактного теплового контроля	22	16	10	6	-	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Метрологическое обеспечение средств контактного измерения температуры	6	4	4	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Метрологическое обеспечение средств бесконтактного измерения температуры	10	6	6			4	4								
7. Итоговая аттестация	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Итого	72	48	32	16	-	24	24	-	-	-	-	-	-	1	-

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

программы повышения квалификации

«Методы и средства теплового контроля и их метрологическое обеспечение»

Категория слушателей – инженерно-технические и управленческие работники.

Срок обучения – 72 часа.

Форма обучения – дистанционная.

Наименование раздела	Общая трудоемкость	По учебному плану с использованием дистанционных образовательных технологий, час								СРС, час	Текущий контроль			Про- межу- точная аттес- тация	
		Консультационные заня- тия занятия, Час				Дистанционные занятия, час					РК РГР Реф	КР	КП	Зачет	Экзамен
		Всего	из них			всего	из них								
			лекц .	лаб. раб	прак. зан., сем.		лекц.	лаб. раб	прак. зан., сем.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Физические процессы, лежащие в основе действия контактных средств измерения температуры	4	2	2	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
1.1. Классификация средств контактного теплового контроля. Физические основы работы термоэлектрических измерительных преобразователей.	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2. Аналитические описания характеристик термометров сопротивления. Физические основы работы терморезистивных измерительных преобразователей	2					2	2								

2. Средства контактных измерений температуры	20	14	4	10	-	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-
2.1. Термоэлектрические измерительные преобразователи. Термометры сопротивления. Терморезистивные измерительные преобразователи	10	8	2	6	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2. Термопреобразователи на основе р – n переходов. Пьезоэлектрические средства измерения температуры	8	6	2	4		2	2								
2.3. Сравнительные характеристики средств контактного измерения температуры. Анализ областей применения средств контактного теплового контроля. Виды мониторинга и выбор оборудования в зависимости от задач	2					2	2								
3. Физические процессы и законы, лежащие в основе бесконтактных измерений температуры	8	4	4	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-
3.1. Физические основы теплового излучения. Закон Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина. Закон Ламберта. Закон Кирхгофа. Понятие излучателей типа модели АЧТ	4	2	2	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2. Оптические соотношения в расчётах лучистых потоков. Коэффициенты отражения, поглощения, пропускания, излучения	4	2	2			2	2								
4. Приборы и устройства бесконтактного теплового контроля	22	16	10	6	-	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-
4.1. Классификация пирометров. Функциональные схемы пирометров различного типа. Радиационные пирометры	10	8	6	2	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-

4.2. Пирометры частичного излучения. Яр- костные пирометры. Пирометры полного излучения. Пирометры спектральных от- ношений	10	8	6	2	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
4.3. Тепловизоры. Функциональные схемы тепловизоров. Особенности применения тепловизоров	2	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Метрологическое обеспечение средств контактного измерения температуры	6	4	4	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
5.1. Основные определения. Общие требова- ния. Изучение МИ и ГОСТов. Расчет не- определённостей измерений	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.2. Организации метрологических лабора- торий для поверки и калибровки средств измерения температуры и вторичных из- мерительных приборов.	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.3. Автономный мониторинг температуры. Стационарные онлайн системы темпера- турного мониторинга под зданиями и со- оружениями. Метрологические проблемы при оперативных измерениях температуры многолетних мёрзлых грунтов	2	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Метрологическое обеспечение средств бесконтактного измерения температуры	10	6	6	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-
6.1. Основные определения. Общие требова- ния. Изучение МИ и ГОСТов для радиацион- ной термометрии	6	4	4	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
6.2. Излучатели типа моделей АЧТ. Повероч- ные средства в радиационной термометрии.	4	2	2	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
7.Итоговая аттестация	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Итого	72	46	32	16	-	24	24	-	-	-	-	-	-	1	-

4. Материально-технические условия реализации программы

Материально-технические условия реализации профессионального модуля	Обеспеченность реализации программы собственными материально-техническими условиями	Наличие договоров / соглашений с предприятиями об использовании помещений, технологического оборудования
Наличие кабинетов	Ауд. 8- 601 Интерактивная мультимедийная аудитория	
Наличие лабораторий	Ауд. 8-606 Компьютерный класс с лицензионным или свободно распространяемым программным обеспечением и доступом к сети «Интернет»	
Наличие полигонов, технических установок	Метрологическая лаборатория для средств тепловых измерений на базе АО «НПП «Эталон».	Договор между ОмГТУ и АО «НПП «Эталон» № 12020 от 05. 2012 г.
Наличие технических средств обучения	Мультимедийные средства	
Наличие оборудования кабинетов / лабораторий / кабинетов	Ауд. 8-610 ПК-3шт.Лабораторное оборудование и учебные лабораторные работы для тепловых измерений Ауд. 8-605 ПК- 1шт. Метрологическое оборудование средств тепловых измерений	

5. Требования к результатам обучения

Итоговый контроль – зачет, проводится ведущими преподавателями для оценки сформированности компетенций.

6. Перечень вопросов, выносимых на аттестацию в форме зачета:

1. Классификация средств контактного теплового контроля.
2. Физические основы работы термоэлектрических измерительных преобразователей.
3. Аналитические описания характеристик термометров сопротивления.
4. Физические основы работы терморезистивных измерительных преобразователей.
5. Физические процессы, лежащие в основе работы термопреобразователей на основе $p - n$ переходов.
6. Физические принципы работы пьезоэлектрических датчиков температуры.
7. Физические процессы, лежащие в основе работы термоиндикаторов.
8. Сравнительные характеристики средств контактного измерения температуры.
9. Анализ областей применения средств контактного теплового контроля.
10. Метрологическое обеспечение средств контактного измерения температуры.
11. Физические основы теплового излучения.
12. Закон Планка.
13. Законы Стефана-Больцмана, Вина, Ламберта.
14. Закон Кирхгофа.
15. Понятие излучателей типа модели АЧТ.
16. Оптические соотношения в расчётах лучистых потоков.
17. Коэффициенты отражения, поглощения, пропускания, излучения.
18. Спектральные характеристики тепловых излучений.
19. Геометрические соотношения при регистрации тепловых излучений.
20. Классификация пирометров.
21. Функциональные схемы пирометров различного типа.
22. Радиационные пирометры.
23. Пирометры частичного излучения.
24. Яркостные пирометры.
25. Пирометры полного излучения.
26. Пирометры спектральных отношений.
27. Тепловизоры. Функциональные схемы тепловизоров. Особенности применения тепловизоров.
29. Метрологическое обеспечение средств бесконтактного измерения температуры.
30. Проверка тепловизоров.
31. Задачи температурного мониторинга и выбор оборудования для его проведения.

32. Автономный мониторинг температуры.
33. Стационарные онлайн системы температурного мониторинга под зданиями и сооружениями.
34. Оперативные измерения температуры многолетних мёрзлых грунтов и способы снижения ошибок при измерениях.
35. Практические рекомендации по мониторингу температуры многолетних мёрзлых грунтов.

6. Учебно-методическое обеспечение программы

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет ресурсов, дополнительной литературы, нормативных документов

Основная и дополнительная литература:

1. Гребень, Владимир Григорьевич. Теплофизические процессы в технологических системах [Текст]: конспект лекций / В. Г. Гребень, В. А. Гаврилов, 2008.-32с.
2. Тихонов, А.И. Информационно-измерительная техника и электроника [Текст]: учеб. Пособие по курсу лекций / А.И. Тихонов; ОмГТУ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008. – 308 с. 173+ЭБС.
3. Авилов, В.Д. Использование инфракрасной термографии в обследовании объектов железнодорожного транспорта [Текст] / В.Д. Авилов, А.С. Анисимов, Афонин // Энергосбережение и энергетика в Омской области. – 2001. – №1. – С. 72 – 73.
4. Афанасьев, А.В. Инфракрасный пирометр для контроля температуры материалов в вакуумных установках [текст]/А.В. Афанасьев, В.С. Лебедев, И.Я. Орлов, А.Е. Хрулёв // Приборы и техника эксперимента.- 2001.-№2.-С.155-158.
5. Бажанов, С.А. Применение приборов инфракрасной техники в энергетике [Текст] / С.А. Бажанов – М.: СПО ОРГРЭС. – 1997 – 27с.
6. Беленький, А.М. Измерения температуры : теория, практика, эксперимент : Справочное издание : В трёх томах Т.2. Измерение температуры в промышленности и энергетика [Текст] / Под ред. А.М. Белинского, В.Г. Лисченко. – М.: Тепло-техник, 2007 – 736с.
7. Белозеров, А.Ф. Современные зарубежные тепловизионные приборы [Текст] / А.Ф. Белозеров, В.М. Иванов // Оптический журнал. 2003. №10. С. 62 – 71.
8. Блох, А.Г. Теплообмен излучением [текст] /А.Г. Блох, Ю.А. Журавлёв, Л.Н. Рыжков.- М.: Энергоатомиздат, 1991.-432с.
9. Брамсон, М.Л. Справочные таблицы по инфракрасному излучению нагретых тел [Текст] / М.Л. Брамсон –М.: Наука, 1964. – с.
10. Вавилов, В.П. Инфракрасная теромографическая диагностика в строительстве и энергетике [Текст] / В.П. Вавилов, А.Н. Александров //. – М.: НТФ «Энергопрогресс». – 2003. – 76 с.
11. Вавилов, В.П. Тепловизоры и их применение[текст] / В.П. Вавилов, А.Г. Климов.- М.: Интел универсал, 2002.-88 с.
12. Вавилов, В.П. Тепловые методы неразрушающего контроля [Текст] / В.П. Вавилов – М.: Машиностроение, 1991. – 240 с.

13. Вихров, М.А. О применении приборов инфракрасной техники в энергетике [Текст] / М.А. Вихров // Энергетик. – 1998. – №4. – С. 28 – 29.
14. Гордов, А.Н. Основы пирометрии [Текст] / Гордов А.Н. – М.: Металлургия, 1971. – 373 с.
15. Гордов, А.Н. Основы температурных измерений [Текст] / А.Н. Гордов, О.М. Жагулло, А.Г. Шанова // . – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 304 с.
16. Госсорг, Ж. Инфракрасная термография. Основы, техника, применение: [Текст] / Пер. с фр. – М.: Мир, 1988. – 416 с.
17. ГОСТ 28243-96 Пирометры. Общие технические требования. М. Изд-во стандартов, 2003. 12 с.
18. ГОСТ 8.558-93 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема измерений температуры [Текст] /. – М.: Издательство стандартов, 1994. 10с.
19. ГОСТ Р 8.558-2008 Государственная поверочная схема для средств измерений температуры. – М. : Стандартиформ, 2009. – 24 с.
20. ГОСТ Р8.619-2006. Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы тепловизионные измерительные. Методика поверки. – М.: Изд-во стандартиформ 2006. – 16с.
21. ГОСТ8.566-96. Государственная система обеспечения единства измерений. Излучатели эталонные (образцовые) в виде моделей абсолютно чёрного тела для диапазона температур от минус 50 до 2500⁰С. – М.: Издательство стандартов, 1997, 21 с.
22. Гусев, Г.Г. О выборе оборудования для бесконтактного измерения температуры [Текст] / Г.Г. Гусев // В мире неразрушающего контроля. 2003. – №2.–С. 19.
23. Захаренко, В.А. Анализ причин, ограничивающих применение средств пирометрического контроля [текст] / В.А. Захаренко, В.А. Никоненко // Энергосбережение и энергетика в Сибири. – 2006. – №3. – С. 48 – 50.
24. Захаренко, В.А. Восстановление и обработка изображений в сканирующих системах визуализации тепловых полей [Текст] / В.А. Захаренко, А.А. Вальке // Омский научный вестник. – 2000. – вып. №13 – С. 117 – 119.
25. Захаренко, В.А. Метрологическое обеспечение в пирометрии [текст] / В.А. Захаренко , Д.Г. Лобов, В.А. Никоненко // Датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления «Датчик-2002» : Тез. докл. 14-й науч.-техн. конф. – М. : МГИЭМ, 2002 – С.
26. Каталог продукции Омского ОАО НПП «Эталон» [Текст] / –Омск : Полиграф. – 2016. – 223с.
27. Костановский, А. В. Понятие «температура» и его применение в равновесном и неравновесных термодинамических режимах [текст] / А. В. Костановский, М. Е. Костановская // Температура-2011: Тез. докл. 4-ой Всерос. и стран участниц КО-ОМЕТ конф. по проблемам термометрии. СПб: Изд-во ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, 2011. – С. 8.
28. Криксунов, Л.З. Справочник по основам инфракрасной техники [Текст] / Л.З. Криксунов // . – М.: Сов. Радио, 1978 – 400 с.
29. Тарасов, Виктор Васильевич. Двух- и многодиапазонные оптико-электронные системы с матричными приемниками излучения [Электронный ресурс] : монография / В. В. Тарасов, Ю. Г. Якушенков, 2007.

30. Куинн, Т. Температура [текст]: [пер. с англ.]/ Т. Куинн.– М.: Мир, 1985.–448 с.
31. Левитин, И.Б. Применение инфракрасной техники в народном хозяйстве [текст] / И.Б. Левитин. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 264 с.
32. Линевер, Ф. Измерение температур в технике [Текст] / Ф. Линевер // Справочник. Пер. с англ. – М.: Металлургия, 1976. – 544 с.
33. Ллойд, Дж. Системы тепловидения [Текст] / Дж. Ллойд //: Пер.с. англ. – М.: «Мир», 1978. – 416 с.
34. Магунов А.Н. Спектральная пирометрия [текст] / А.Н. Магунов // Приборы и техника эксперимента. – 2009. – № 4. – С. 5-28.
35. Олейник, Б.М. Приборы и методы температурных измерений[Текст] / Б.М. Олейник, С.И. Ладзина, В.П. Ладзин, О.М. Жагуло.-М.: Изд. Стандартов, 1987.- 296 с.
36. Поскачей, А.А. Оптико-электронные системы измерения температуры [Текст] / А.А. Поскачей, Е.П. Чубаров // . – М.: Энергия, 1979. – 208 с.
37. Походун, А. И. О современном состоянии и перспективах развития термометрии [текст] / А. И. Походун // Температура-2011: Тез. докл. 4-ой Всерос. и стран участниц КООМЕТ конф. по проблемам термометрии. СПб: Изд-во ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, 2011. С. 1 – 3.
38. Рекомендации по метрологии Р50.2.012-2001. Приборы тепловизионные. М.: Изд-во стандартов, 2001. 12 с.
39. Свет, Д.Я. Оптические методы измерения истинных температур [Текст] / Д.Я. Свет // . – М: Наука, 1982. – 296 с.
40. Кропачев Д.Ю., Гришин А.А., Масло А.Д. «Способы оперативного измерения температуры расплава металлов для нужд машиностроительных предприятий» «Металлург».- 2012.- №6.-с.31-34
- 41.Никоненко В.А., Кропачев Д.Ю., Сиротюк В.В., Иванов Е.В. «Мониторинг температуры на транспортных объектах в регионах с сезонно промерзающими и многолетнемерзлыми грунтами»// «Приборы» -2015.- №9.- с.17-19.
42. Кропачев Д.Ю., Амосова Е.В., Паздерин Д.С. «Система мониторинга температур протяженных объектов в вечномерзлых грунтах»// «Приборы»-2011.- №2.- с. 12-15.
43. Минкин Марк. Строительство нефтегазовых объектов на Севере // Материалы семинара «Вопросы проектирования фундаментов на особых грунтах. Новые геотехнические конструкции и методы их расчетов», 2010.- с. 15-17.

Периодические издания

- 1) Приборы 2000-2017 г.г.
- 2) Измерительная техника 2000-2017г.г.
- 3) Дефектоскопия 2000-2017 г.г.
- 4) Приборы и техника эксперимента 2000-2017 г.г.

Информационные ресурсы

1. ЭБС «АРБУЗ».
2. Научная электронная библиотека elibrary.ru.
3. Integrum.