

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультет авиационной и морской техники

_____ Красильникова О.А.
«__» _____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теплотехнические измерения и приборы»

Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Тепловые электрические станции
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2024
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Тепловые энергетические установки»

Разработчик рабочей программы:

_____ Хвостиков А.С

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Тепловые энергетические установки»

_____ Смирнов А.В.

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Теплотехнические измерения и приборы» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Тепловые электрические станции» по направлению подготовки «13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника».

Задачи дисциплины	развитие у студентов навыков пользования, наладки и подтверждения соответствия измерительного оборудования для повышения качества работ и эффективности производства тепловой и электрической энергии; формирование навыков и знаний в области метрологии стандартизации и подтверждения соответствия;
Основные разделы / темы дисциплины	Метрология: Основные понятия метрологии и измерительной техники, Классификация методов и средств измерения, Погрешности измерений, Подготовка и планирование измерительного эксперимента, Проверка измерительных средств, Метрологическое измерение теплотехнических измерений, Средства измерения и управления теплотехническими измерениями, Требование к программному обеспечению средств измерения, Погрешности измерения, Подтверждение соответствия средств измерения Теплотехнические измерения: Динамическая погрешность измерения температуры, Измерение расхода воздуха с помощью стандартной диафрагмы, Измерение расхода воздуха с помощью стандартной диафрагмы, Измерение температуры, Измерение давления, Измерения расхода жидкости и газа, Измерения уровня жидкости и газа, Измерение количества теплоты и теплоемкости, Измерение состава жидкости и газа, Измерение энергии сорбции твердых веществ и газов, Измерение удельной теплоемкости, Система теплового контроля энергоблока, Система управления тепловыми параметрами Аттестация: РГР, Тестирование

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Теплотехнические измерения и приборы» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических	ОПК-6.1 Знает способы проведения измерений электрических и неэлектрических ве-	Знать способы проведения измерений электрических и неэлектрических величин на

величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	личин на объектах теплоэнергетики и теплотехники ОПК-6.2 Умеет выбирать средства измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники ОПК-6.3 Владеет навыками обработки результатов измерений и оценки их погрешности	объектах теплоэнергетики и теплотехники Уметь выбирать средства измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники ОПК-6.3 Владеть навыками обработки результатов измерений и оценки их погрешности
--	---	--

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теплотехнические измерения и приборы» изучается на 2 курсе, 3 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Дисциплина «Теплотехнические измерения и приборы» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся метрологических основ

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 з.е., 108 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	24
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	12
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	12
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучаю-	84

щихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	0

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Метрология				
Основные понятия метрологии и измерительной техники	1			
Классификация методов и средств измерения	0.5			
Погрешности измерений	0.5		2	
Подготовка и планирование измерительного эксперимента	1			
Поверка измерительных средств	1		2	
Метрологическое измерение теплотехнических измерений	1			
Средства измерения и управления теплотехническими измерениями	1			
Требование к программному обеспечению средств измерения				7
Погрешности измерения <i>Понятие метрологии, предмет и средства метрологии. Погрешности измерения. классификация и свойства измерений. Средства измерений. Метрологические характеристики средств измерения</i>	1			

Подтверждение соответствия средств измерения				3
Теплотехнические измерения				
Динамическая погрешность измерения температуры			4	4
Измерение расхода воздуха с помощью стандартной диафрагмы			4	
Измерение расхода воздуха с помощью стандартной диафрагмы				3
Измерение температуры	1			
Измерение давления	1			
Измерения расхода жидкости и газа	1			
Измерения уровня жидкости и газа	0.5			
Измерение количества теплоты и теплоемкости				3
Измерение состава жидкости и газа	0.5			
Измерение энергии сораниия твердых веществ и газов				3
Измерение удельной теплоемкости				3
Система теплового контроля энергоблока	1			
Система управления тепловыми параметрами				8
Аттестация				
РГР				30
Тестирование				20
ИТОГО по дисциплине	12		12	84

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
-----------------------------------	------------------

Изучение теоретических разделов дисциплины	27
Выполнение отчета и подготовка к защите лаб. раб.	7
Выполнение отчета и подготовка к защите РГР	30
Подготовка к тестированию	20

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1. Иванова Г.И., Кузнецов Н.Д., Чистяков С.В. Теплотехнические измерения и приборы Учебник для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп.. М.: Издательство МЭИ, 2005. - 460 с., ил
2. Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Сборник задач и вопросов по теплотехническим измерениям и приборам. – М.: Энергоатомиздат, 1985. - 328 с., ил
3. Рыжков С.В. Теплотехнические измерения в судовых энергетических установках. – Л.: Судостроение, 1980. - 264 с. ил.

8.2 Дополнительная литература

1. Клаассен, К. Б. Основы измерений. Датчики и электронные приборы: Учебное пособие / Клаассен К.Б., Воронов Е.В., Ларин А.Л., - 4-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 352 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. - Загл. с экрана.
2. Датчики и детекторы физико-энергетических установок: Учебное пособие / Ко-ролев С.А., Михеев В.П. - М.: НИЯУ "МИФИ", 2011. - 232 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. - Загл. с экрана

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1. Хвостиков А.С. "Стандартизация точности и контроль размеров цилиндрических деталей" Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Теплотехнические измерения и приборы" г. Комсомольск-на-Амуре КнАГТУ 16 с.
2. Хвостиков А.С. "Измерение отклонений формы поверхностей и шеро-ховатости типовых деталей машин" Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Теплотехнические измерения и приборы" г. Комсомольск-на-Амуре КнАГТУ 16 с.
3. Хвостиков А.С. "Динамическая погрешность измерения температур" Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Теплотехнические измерения и приборы" г. Комсомольск-на-Амуре КнАГТУ 16 с.

8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM Договор 4997 эбс ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 004 6311 244 от 13 апреля 2021 г.
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks Лицензионный договор №ЕП 44 №001/9 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ЕП 44/4 ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 003 6311 244 от 05 февраля 2021 г.
3. Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU Договор ЕП 44/3 ИКЗ 211 272 7000769 270 301 001 0010 002 6311 244 от 04 февраля 2021 г.

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

Сайт всероссийского теплотехнического института (ОАО ВТИ) **vti.ru** (дата обращения 01.06.2021)

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
MicrosoftImaginePremium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
	Лекционный класс ТЭУ	1 персональный ЭВМ с процессором Core(TM) i3-3240 CPU @ 3.4 GHz; 1 экран с проектором EPSON EB-825V

10.2 Технические и электронные средства обучения

Иллюстративно-дидактический материал к лекционным занятиям

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

«Теплотехнические измерения и приборы»

Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Тепловые электрические станции
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2024
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Тепловые энергетические установки»

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	ОПК-6.1 Знает способы проведения измерений электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники ОПК-6.2 Умеет выбирать средства измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники ОПК-6.3 Владеет навыками обработки результатов измерений и оценки их погрешности	Знать способы проведения измерений электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники Уметь выбирать средства измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники ОПК-6.3 Владеть навыками обработки результатов измерений и оценки их погрешности

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Погрешности измерений	ОПК-5 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	Лабораторная работа	Полное выполнение всех заданий
Поверка измерительных средств	ОПК-5 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	Лабораторная работа	Полное выполнение всех заданий
Динамическая погрешность измерения температуры	ОПК-5 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	Лабораторная работа	Полное выполнение всех заданий

Измерение расхода воздуха с помощью стандартной диафрагмы	ОПК-5 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	Лабораторная работа	Полное выполнение всех заданий
РГР	ОПК-5 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	РГР	Полное выполнение всех заданий
Тестирование	ОПК-5 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	Тест	Исчерпывающее изложение изученного материала

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
3 семестр Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»			
Лабораторная работа	0 неделя	5	5 - Студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите. 4 - Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите. 3 -

			Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. 2 - При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей. 0 Задание не выполнено.
Лабораторная работа	0 неделя	5	5 - Студент правильно выполнил задание. Показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите. 4 - Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите. 3 - Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. 2 - При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей. 0 Задание не выполнено.
Лабораторная	0 неделя	5	5 - Студент правильно выполнил зада-

работа			ние. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите. 4 - Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите. 3 - Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. 2 - При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей. 0 Задание не выполнено.
Лабораторная работа	0 неделя	5	5 - Студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите. 4 - Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите. 3 - Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные

			ные вопросы на защите было допущено много неточностей. 2 - При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей. 0 Задание не выполнено.
РГР	0 неделя	15	15 Студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите. 14 Студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите. 13 Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите. 12 Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите. 11 Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. 10 Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал хорошие

		владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. 9 Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. 8 Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей. 7 При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей. 6 При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей. 3 При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы показал полное не знание материала 0 Задание не выполнено.
--	--	--

Тест	0 неделя	5	5 баллов - 100 % правильных ответов. 4 балла - 95 % правильных ответов. 3 балла - 90 % правильных ответов. 2 балла - 85 % правильных ответов. 1 балла - 100 % правильных ответов. 0 балла - менее 80 % правильных ответов
ИТОГО:		40 баллов	
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)			

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

Задача 2. Определить погрешность прямого измерения измерительным устройством, состоящим из термоэлектрического преобразователя ТП, термоэлектродных удлиняющих проводов ТЭП, коробки холодных спаев КТ и милливольтметра типа М-64. Температура свободных концов ТП - 20°C. Необходимые для расчета данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры	Последняя цифра варианта и исходные данные									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип термоэлектрического преобразователя	ТХК тип ХК	ТПП тип S	ТХА тип ХА	ТПП тип В	ТЖМ тип J	ТММ тип Т	ТПП тип В	ТВВ тип ВР	ТХК тип ХК	ТХА тип ХА
Показание милливольтметра, °C	355	1100	580	925	550	320	1450	1550	520	420
Шкала милливольтметра, °C	0...600	0...1600	0...800	300...1300	0...600	0...600	0...1600	1600	0,60	0...600
Параметры	0	1	2	3	4					
Тип термоэлектродных удлиняющих проводов	ХК	ПП	М	ПП	МК					
Класс точности и милливольтметра	0,5	1,5	1,0	1,5	1,0					

Задача 3. Металлический термопреобразователь установлен в газоходе, футерованном огнеупорным кирпичом. Температура, показываемая термометром t_t , температура стенки $t_{ст}$, коэффициент теплоотдачи от газового потока к термопреобразователю λ_k , коэффициент черноты чехла термопреобразователя

E_t . Считая газ лучепрозрачным, определить погрешность измерения, вызванную лучистым теплообменом. Как изменится эта погрешность, если температура стенки повысится на 5% за счет улучшения изоляции газохода?

Считая температуру стенки первоначально заданной, определить, как изменится погрешность измерения температуры газа, если произвести экранирование термоприемника.

Коэффициент теплоотдачи от газового потока к экрану $\lambda_{кэ}$, коэффициент черноты экрана $E_э$, приведенный коэффициент черноты системы термопреобразователь – экран $E_{тэ}$. Значения параметров приведены в табл. 2.

Указание. Уравнения четвертой степени могут быть решены графически или методом подбора. Для решения графическим путем левую часть уравнения следует обозначить через α , правую через β . Построить графически зависимость α и β от температуры; искомая температура будет в точке пересечения линий α и β . Точность полученного результата зависит от выбранного масштаба построения графика.

РГР

Задача 1. Для целей внутрипроизводственного учета на сетевой подогреватель по водной стороне должен быть установлен тепломер. При этом предполагается использовать уже установленные два комплекта аппаратуры для измерения температур воды до (τ_2) и после (τ_1) сетевого подогревателя. Тепловая мощность сетевого подогревателя Q описывается зависимостью

$$Q = c G (\tau_1 - \tau_2).$$

Необходимо определить допустимую погрешность измерения расхода воды δ_G . Относительные погрешности измерения уже установленных комплектов аппаратуры для измерения температуры воды δ_t известны, также задана относительная погрешность измерения тепловой мощности δ_Q (см. таблицу 1). Относительную погрешность определения теплоемкости воды δ_c принять равной 0,01%. Описать принцип его действия расходомеров, используемых в теплоэнергетике.

Таблица 1

Последняя цифра № зачетной книжки	δ_t , %	Предпоследняя цифра № зачетной книжки	δ_Q , %
0	0,30	0	4,2
1	0,35	1	4,4
2	0,40	2	4,6
3	0,45	3	4,8
4	0,50	4	5,0

5	0,55	5	5,2
6	0,60	6	5,4
7	0,65	7	5,6
8	0,70	8	5,8
9	0,75	9	6,0

Примечание: В практике возникает необходимость решения обратных задач, когда по заданной точности косвенных измерений определяются допустимые погрешности прямых измерений. Необходимость обратных задач возникает при выборе того или иного комплекта измерительной аппаратуры или метода определения искомой величины.

Задача 2. Давление p измеряется пружинным манометром класса точности $\delta_{пр}$ при нормирующем значении 16 МПа.

Определить относительную погрешность измерения. Описать правила выбора диапазона измерения манометров.

Таблица 2

Последняя цифра № зачетной книжки	p , МПа	Предпоследняя цифра № зачетной книжки	$\delta_{пр}$
0	1,5	0	0,25
1	2,0	1	0,4
2	2,5	2	0,6
3	3,0	3	1,0
4	3,5	4	1,5
5	4,0	5	2,5
6	4,5	6	4,0
7	5,0	7	0,1
8	5,5	8	0,15
9	6,0	9	10

Задача 3.

А) Термометр установлен в газоходе, через который протекают прозрачные газы; температура стенок газохода $t_{ст}$ задана. Заданы также температура термометра $t_{д1}$, степень черноты его поверхности $\varepsilon = 0,9$, коэффициент теплоотдачи от газового потока к термометру α . Определить температуру газов, полагая, что погрешность измерения вызвана лучистым теплообменом.

Б) Оценить погрешность измерения, если на термометр установлен экран. Заданы температура экрана $t_э = t_{д1}$, приведенный коэффициент черноты системы экран — термометр $\varepsilon = 0,9$, коэффициент теплоотдачи от газового потока к термометру α . Задана также температура термометра $t_{д2} = t_{д1} + 70$.

Таблица 3

Последняя цифра № зачетной книжки	$t_{ст}, ^\circ\text{C}$	$t_{д1}, ^\circ\text{C}$	Предпоследняя цифра № зачетной книжки	$\alpha, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$
0	740	980	0	150
1	720	960	1	140
2	700	940	2	130
3	680	920	3	120
4	660	900	4	100
5	640	880	5	90
6	620	860	6	80
7	600	840	7	70
8	580	820	8	60
9	560	800	9	50

Задача 4. Постоянная времени чувствительного элемента термометра задана и равна τ_0 . Температура среды скачкообразно изменилась от t_1 до t_2 $^\circ\text{C}$.

Определить динамическую погрешность через $\tau = 2 \cdot \tau_0$ с после изменения температуры среды. Описать способы снижения динамической погрешности измерения температуры.

Последняя цифра № зачетной книжки	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	Предпоследняя цифра № зачетной книжки	$\tau_0, \text{с}$
0	40	400	0	10
1	20	450	1	30
2	70	500	2	60
3	80	550	3	70
4	60	600	4	80
5	40	650	5	90
6	20	700	6	110
7	60	750	7	150
8	80	800	8	180
9	50	850	9	240

Часть 3

Ответьте на контрольные вопросы

1. Чем отличаются прямые измерения от косвенных
2. Какие виды шкал измерительных приборов вы знаете

3. Что характеризует функцию нормального распределения погрешности
4. Классификация средств измерения
5. Классификация методов измерения
6. Средство измерения определения
7. Результат измерения
8. Систематическая и случайная погрешности. Поправка. Аддитивная и мультипликативная погрешности
9. Контактные методы измерения температуры классификация
10. Погрешности измерения температуры. Какая поправка вводится при измерении температуры жидкостным термометром
11. Типы манометрических термометров. Принцип действия манометрических термометров
12. Принцип действия термопреобразователей сопротивления
13. Принцип действия термоэлектрических преобразователей
14. Потенциометрический метод измерения сопротивления. Логометры.
15. Методы измерения температуры по тепловому излучению
16. Разновидности упругих чувствительных элементов
17. Методы измерения давления классификация
18. Погрешности манометров. Способы повышения точности измерения давления.
19. Электрические манометры.
20. Методы измерения уровня
21. Отличие поплавкового и буйкового уровнемера
22. Что оказывает влияние на точность измерения уровня различными средствами измерения
23. Способы повышения точности жидкостных манометров
24. Методы измерения уровня сыпучих тел
25. Методы измерения расхода жидкости, газа
26. Измерение расхода газа по перепаду давления
27. Измерение расхода газа постоянного перепада давления
28. Измерение вибрации
29. Методы измерения влажности газов
30. В чем заключается метод измерения точки росы и оптический метод измерения влажности газов
31. Принципы измерения составов газов
32. Методы измерения мощности двигателя
33. Классификация систем теплотехнического контроля