

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

*Кафедра Технологического и  
холодильного оборудования*

**Методические указания  
к самостоятельному изучению дисциплины**

**«Теплотехнические измерения и приборы пищевых  
производств»**

**для обучающихся по направлению подготовки 15.03.02  
«Технологические машины и оборудование»**

**бакалаврская программа: «Пищевая инженерия малых  
предприятий»**

Мурманск

2020

**Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины  
«Теплотехнические измерения и приборы пищевых производств»  
рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика  
*Технологического и холодильного оборудования*  
«23» июня\_2020 г., протокол №\_8\_**

Составитель – Дьяков Алексей Владимирович, ст. преподаватель кафедры  
технологического и холодильного оборудования.

Рецензент – Похольченко Вячеслав Александрович, к.т.н., доцент,  
заведующий кафедрой технологического и холодильного оборудования.

## ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины «Теплотехнические измерения и приборы пищевых производств» составлены на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» направленности (профилю)/специализации «Пищевая инженерия малых предприятий», утвержденного 20.10. 2015 г, № 1170 УП, утвержденного Ученым советом МГТУ 27.03.2020, протокол № 8 и предназначены для обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», направленность/специализация: «Пищевая инженерия малых предприятий».

**Целью дисциплины** является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и рабочим учебным планом направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», что предполагает освоение обучающимися теоретических знаний в области измерения параметров процессов пищевых производств.

**Задачи дисциплины:** дать необходимые знания по основам метрологии, стандартизации и унификации средств измерений и контроля технологических параметров.

В результате изучения дисциплины академический бакалавр должен:

### **Знать:**

- основные понятия и определения информационно – измерительной техники;
- классификацию средств измерений и их основные технические характеристики;
- виды и методы измерений теплотехнических параметров.

### **Уметь:**

- на практике применять приобретенные знания в вопросах выбора и эксплуатации средств измерений и контроля параметров пищевых производств;

### **Владеть:**

- навыками подбора и расчета теплотехнических измерительных приборов пищевых производств.

### **Содержание разделов дисциплины:**

Общие понятия и определения. Приборы измерения и контроля.

**Реализуемые компетенции:** ПК-2; ПК-9.

**Формы отчетности:**

Очная форма обучения: семестр 7 – зачет.

Заочная форма обучения: курс 5 – зачет.

**Требования к уровню подготовки обучающегося в рамках данной дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины «Теплотехнические измерения и приборы пищевых производств» направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», представленных в таблице 1.

**Таблица 1 – Компетенции, формируемые дисциплиной «Теплотехнические измерения и приборы пищевых производств»**

| № п/п | Код и содержание компетенции  | Степень реализации компетенции  | Этапы формирования компетенции<br>(Индикаторы сформированности компетенций)   |
|-------|---|---|---|
| 1     | ПК-2. умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов | Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется в части «...готовность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов» | <b>Знать:</b><br>- методики проведения экспериментов<br><b>Уметь:</b><br>- обрабатывать и анализировать результаты экспериментов;<br><b>Владеть:</b><br>- навыками проведения расчетов параметров процессов, методиками обработки результатов |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 2 | ПК-9. умение применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению | Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и реализуются полностью | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы контроля качества изделий;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности;</li> <li>- разрабатывать мероприятия по предупреждению нарушений технологических процессов;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками разработки мероприятий по предупреждению нарушений технологических процессов</li> </ul> |
|---|--|---|---|

#### 4. Планируемые результаты обучения по дисциплине «Теплотехнические измерения и приборы пищевых производств»

Результаты формирования компетенций и планируемые результаты обучения представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Планируемые результаты обучения**

| № п/п | Код и содержание компетенции  | Степень реализации компетенции  | Этапы формирования компетенции<br>(Индикаторы сформированности компетенций)   |
|-------|---|---|---|
| 1     | ПК-2. умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов | Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется в части «...готовность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов» | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методики проведения экспериментов</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обрабатывать и анализировать результаты экспериментов;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения расчетов параметров процессов, методиками обработки результатов</li> </ul> |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 2 | ПК-9. умение применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению | Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и реализуются полностью | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы контроля качества изделий;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности;</li> <li>- разрабатывать мероприятия по предупреждению нарушений технологических процессов;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками разработки мероприятий по предупреждению нарушений технологических процессов</li> </ul> |
|---|--|---|---|

**Целью** настоящих методических указаний являются рекомендации, которыми обучающийся может воспользоваться при подготовке к сдаче форм контроля по дисциплине **«Теплотехнические измерения и приборы пищевых производств»**, при подготовке и сдаче зачета, а также для самостоятельного углубления знаний по данной дисциплине.

### **Введение**

Дисциплина **«Теплотехнические измерения и приборы пищевых производств»** состоит из двух модулей и десяти тем. Обучающийся должен изучить теоретические сведения по темам, выполнить лабораторные работы, для усвоения теории и завершить изучение модуля сдачей зачета.

Для изучения дисциплины, в составе методической литературы, обучающимся предлагается изучить литературные источники из списка. Начать изучение дисциплины следует с методических указаний для самостоятельного изучения дисциплины.

### **Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы**

**Таблица 3.**

|   |   |         |
|---|---|---------|
| Содержание разделов<br>(модулей),<br>тем дисциплины | Количество часов, выделяемых на виды учебной работы<br>по формам обучения |         |
|   | Очная   | Заочная |

|   | Л   | ЛР | ПР | СР | Л | ЛР | ПР | СР |
|---|-----|----|----|----|---|----|----|----|
| Модуль 1. Общие понятия и определения.  |     |    |    |    |   |    |    |    |
| Тема 1. <b>Основные понятия и определения информационно измерительной техники.</b><br>Измерения и физические величины. Средства измерений и их основные характеристики. Меры физических величин. Государственная система обеспечения единства измерений. Классификация измерений. Виды и методы измерений.                                    | 1   | -  | -  | 8  | 1 | -  | -  | 10 |
| Тема 2. <b>Погрешности измерений.</b> Классификация погрешностей измерений. Погрешности средств измерений и их нормирование. Методы уменьшения погрешности измерений  | 0,5 | 3  | -  | 8  | 1 | 2  | -  | 10 |
| Тема 3. <b>Общие сведения о средствах измерений.</b> Классификация средств измерений. Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации. Сигналы измерительной информации. Понятие об аналоговых и цифровых измерительных приборах  | 0,5 | -  | -  | 8  | - | -  | -  | 10 |
| Модуль 2. Приборы измерения и контроля.   |     |    |    |    |   |    |    |    |
| Тема 1. <b>Измерение температуры.</b> Классификация средств измерений температуры. Первичные измерительные преобразователи температуры: термопреобразователи сопротивления, термоэлектрические преобразователи, дилатометрические, манометрические, биметаллические, и кварцевые преобразователи. Бесконтактные методы измерения температуры. | 2   | 3  | -  | 8  | - | -  | -  | 10 |

|  |   |   |   |   |   |   |   |    |
|--|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Пирометры излучения.<br>Автоматические мосты и компенсаторы.   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Тема 2. <b>Измерение давления и перепада давлений.</b> Первичные измерительные преобразователи давления и перепада давлений: упругие, электроманометрические, индуктивные, емкостные, реостатные, пьезоэлектрические   | 2 | 2 | - | 8 | - | - | - | 10 |
| Тема 3. <b>Измерение расхода и количества вещества.</b> Классификация средств измерения расхода и количества вещества. Расходомеры: электромагнитные, тахометрические, ротаметрические, переменного перепада давления, ультразвуковые и тепловые. Счетчики количества жидкостей и газов  | 2 | 4 | - | 8 | - | - | - | 10 |
| Тема 4. <b>Измерение уровня жидкости и сыпучих тел.</b> Классификация уровнемеров. Первичные измерительные преобразователи: механические, гидростатические, электрические, акустические и тепловые. Их принципы действия и конструкционные особенности   | 2 | - | - | 8 | - | - | - | 10 |
| Тема 5. <b>Измерение состава и физических свойств веществ.</b> Классификация средств измерений состава и физических свойств веществ. Анализаторы жидкостей и газов: фотометрические, кондуктометрические, потенциометрические, тепловые и диэлькометрические. Измерители влажности: психрометры, конденсационные гигрометры, влагомеры. Измерение вязкости: вискозиметры | 2 | - | - | 8 | - | - | - | 10 |
| Тема 6. <b>Информационно-измерительные системы.</b> Промежуточные преобразователи. Назначение,   | 1 | 2 | - | 8 | - | - | - | 10 |



|  |    |    |   |    |   |   |   |     |
|--|----|----|---|----|---|---|---|-----|
| классификация, области применения. Нормирующие измерительные преобразователи и коммутаторы. Назначение и классификация ИИС. Общие принципы построения ИИС. Информационно-вычислительные комплексы (ИВК). |    |    |   |    |   |   |   |     |
| Тема 7. <b>Монтаж и эксплуатация контрольно-измерительных средств и приборов.</b> Охрана труда и техника безопасности  | 1  | -  | - | 8  | - | - | - | 10  |
| <b>Итого:</b>  | 14 | 14 | - | 80 | 2 | 2 | - | 100 |

**Таблица 4. - Перечень лабораторных работ**

| № п\п | Темы лабораторных работ   | Количество часов |         |
|-------|---|------------------|---------|
|       |   | Очная            | Заочная |
| 1     | Поверка средств измерения технологических параметров                              | 3                | 2       |
| 2     | Изучение приборов для преобразования и измерения температуры                      | 3                |         |
| 3     | Изучение приборов для измерения давления  | 2                |         |
| 4     | Изучение датчиков и приборов для измерения количества и расхода жидкостей и газов | 2                |         |
| 5     | Градуировка расходомера   | 2                |         |
| 6     | Исследование потенциометрического преобразователя                                 | 2                |         |
|       | <b>Итого:</b>   | 14               | 2       |

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

**Таблица 5**

| № п/п                      | Библиографическое описание* (название литературного источника)  | Наличие                               |                                    |  |
|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|--|
|                            |   | Электронно-библиотечная система (ЭБС) | Библиотека МГТУ (печатное издание) | Количество экземпляров печатного издания |
| 1                          | 2   | 3                                     | 4                                  | 5  |
| <b>Основная литература</b> |   |                                       |                                    |  |
| 1                          | <b>Комаров, Г. А.</b><br>Теплотехнические измерения и приборы пищевых производств : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению 552400 и специальностям 217000,170600 / Г. А. | -                                     | +                                  | 97                                       |

|                                  |  |   |   |   |
|----------------------------------|--|---|---|---|
|                                  | Комаров; Гос. ком. Рос. Федерации по рыболовству. - Мурманск: МГТУ, 2002. - 99 с. - ISBN 5-86185-134-4: 90-10.   |   |   |   |
| 2                                | <b>Преображенский, В. П.</b><br>Теплотехнические измерения и приборы: учебник для вузов / В. П. Преображенский. - 3-е изд., перераб. - Москва: Энергия, 1978. - 702, [2] с. : ил. - Библиогр.: с. 691-695.   | - | + | 3 |
| 3                                | Назаров, В.И. Теплотехнические измерения и приборы : учебное пособие / В.И. Назаров. — Минск : Вышэйшая школа, 2017. — 280 с. — ISBN 978-985-06-2801-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/111308">https://e.lanbook.com/book/111308</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей..   | + | - | - |
| <b>Дополнительная литература</b> |  |   |   |   |
| 4                                | <b>Мухин, В. С.</b><br>Приборы контроля и средства автоматики тепловых процессов : учеб. пособие для СПТУ / В. С. Мухин, И. А. Саков. - Москва : Высш. шк., 1988. - 256 с. : ил.   | - | + | 2 |
| 5                                | Анискевич, Ю.В. Приборы и методы измерения теплотехнических величин : учебное пособие / Ю.В. Анискевич. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2012. — 117 с. — ISBN 978-5-85546-725-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/63681">https://e.lanbook.com/book/63681</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | + | - | - |

## СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

### Модуль 1. Общие понятия и определения.

**Тема 1. Основные понятия и определения информационно измерительной техники.** Измерения и физические величины. Средства измерений и их основные характеристики. Меры физических величин. Государственная система обеспечения единства измерений. Классификация измерений. Виды и методы измерений.

**Тема 2. Погрешности измерений.** Классификация погрешностей измерений. Погрешности средств измерений и их нормирование. Методы уменьшения погрешности измерений.

**Тема 3. Общие сведения о средствах измерений.** Классификация средств измерений. Государственная система промышленных приборов и

средств автоматизации. Сигналы измерительной информации. Понятие об аналоговых и цифровых измерительных приборах.

***Вопросы для самоконтроля:***

1. Какие основные понятия и определения информационно измерительной техники вы знаете?
2. Как классифицируются погрешности измерений?
3. Какие методы уменьшения погрешности измерений вы знаете?
4. Какие вы знаете виды и методы измерений?
5. Что вы знаете об аналоговых и цифровых измерительных приборах?

**После изучения теоретического материала необходимо выполнить лабораторные работы в соответствии с таблицей № 4.**

Модуль 2. Приборы измерения и контроля.

Тема 1. **Измерение температуры.** Классификация средств измерений температуры. Первичные измерительные преобразователи температуры: термопреобразователи сопротивления, термоэлектрические преобразователи, dilatометрические, манометрические, биметаллические, и кварцевые преобразователи. Бесконтактные методы измерения температуры. Пирометры излучения. Автоматические мосты и компенсаторы.

Тема 2. **Измерение давления и перепада давлений.** Первичные измерительные преобразователи давления и перепада давлений: упругие, электроманометрические, индуктивные, емкостные, реостатные, пьезоэлектрические

Тема 3. **Измерение расхода и количества вещества.** Классификация средств измерения расхода и количества вещества. Расходомеры: электромагнитные, тахометрические, ротаметрические, переменного перепада давления, ультразвуковые и тепловые. Счетчики количества жидкостей и газов

Тема 4. **Измерение уровня жидкости и сыпучих тел.** Классификация уровнемеров. Первичные измерительные преобразователи: механические, гидростатические, электрические, акустические и тепловые. Их принципы действия и конструкционные особенности

**Тема 5. Измерение состава и физических свойств веществ.** Классификация средств измерений состава и физических свойств веществ. Анализаторы жидкостей и газов: фотометрические, кондуктометрические, потенциометрические, тепловые и диэлькометрические. Измерители влажности: психрометры, конденсационные гигрометры, влагомеры. Измерение вязкости: вискозиметры

**Тема 6. Информационно-измерительные системы.** Промежуточные преобразователи. Назначение, классификация, области применения. Нормирующие измерительные преобразователи и коммутаторы. Назначение и классификация ИИС. Общие принципы построения ИИС. Информационно-вычислительные комплексы (ИВК).

**Тема 7. Монтаж и эксплуатация контрольно-измерительных средств и приборов.** Охрана труда и техника безопасности

***Вопросы для самоконтроля:***

1. Как классифицируются средства измерений температуры?
2. Какие первичные измерительные преобразователи давления и перепада давлений вы знаете?
3. Промежуточные преобразователи. Назначение, классификация, области применения.
4. Как измеряется уровень жидкости и сыпучих тел?
5. Монтаж и эксплуатация контрольно-измерительных средств и приборов.

**После изучения теоретического материала необходимо выполнить лабораторные работы в соответствии с таблицей № 4.**