

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ И ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА АВТОМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ  
ПРОЦЕССОВ

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ ОТРАСЛИ**

Рабочая программа, методические указания и варианты заданий  
на выполнение контрольных работ для студентов заочного факультета  
специальности 210200

Санкт-Петербург  
2000

УДК 621.317

Усачев Ю.А., Замарашкина В.Н. Технологические измерения и приборы отрасли. Рабочая программа, методические указания и варианты заданий на выполнение контрольных работ для студентов заочного факультета специальности 210200.-СПб.:СПбГУНиПТ,2000.- с.

Приводится содержание по всем разделам дисциплины, вопросы для самопроверки, список рекомендованной литературы, а также варианты заданий к контрольным работам и курсовому проектированию

Рецензент  
к.т.н.,доцент

Т.Г.Кузьмина

Одобрено к изданию Советом факультета техники пищевых производств

Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий

## **ВВЕДЕНИЕ**

Курс "Технологические измерения и приборы отрасли" изучается студентами заочного факультета на 5 курсе в следующем объеме : лекции - 10 часов, лабораторные занятия - 10 часов . При этом студентами выполняются самостоятельно три контрольные работы и курсовой проект. Завершается курс сдачей зачета и экзамена

Материал по разделам курса изучается студентами самостоятельно с использованием литературных источников, рекомендованных ниже. Усвоение материала по разделам следует проверять по вопросам самопроверки.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **1. ПРЕДИСЛОВИЕ**

Целью преподавания дисциплины "Технологические измерения и приборы отрасли" является формирование знаний и умений, необходимых для обоснования выбора, создания, внедрения и эксплуатации современных средств технологических измерений, а также информационного обеспечения систем автоматизации.

Задачи изучения дисциплины.

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- принципы построения и функционирования автоматизированных средств информационного обеспечения систем автоматизации;
  - типовые методы и средства измерения основных технологических параметров отрасли, методы и приборы контроля окружающей среды и промышленных выбросов;
  - методы определения и нормирования основных метрологических характеристик типовых средств измерения
- уметь :
- определять статические, динамические и метрологические характеристики средств и систем измерения;
  - выбирать методы и средства измерения, необходимые для информационного обеспечения систем автоматизации;
  - проводить метрологическую аттестацию средств и систем измерений.

Рекомендации по изучению дисциплины.

Изучение дисциплины базируется на материале, излагаемом в курсах "Высшая математика", "Физика", "Электротехника", "Метрология, стандартизация и сертификация".

Знания, полученные при изучении дисциплины, используются при изучении специальных дисциплин "Системы автоматизации и управления", "Автоматизация технологических процессов отрасли", "Проектирование систем автоматизации", "Автоматизированный контроль и управление качеством продукции отрасли", а также курсовом и дипломном проектировании.

## **2.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

2.1. Общая характеристика технологических измерений и средств измерений (СИ). Характеристики СИ. Погрешности СИ и их источники. Нормируемые метрологические характеристики СИ. Градуировка СИ.

Оценка точности рабочих средств измерений. Показатели точности и формы представления результатов. Оценка погрешностей при различных методах измерений. Динамические погрешности.

Способы повышения точности СИ. Методы уменьшения случайной и систематической составляющих погрешности СИ. Тестовые и структурные методы повышения точности СИ.

Сигнал как носитель измерительной информации. Модели и характеристики детерминированных и случайных сигналов. Аналоговая и цифровая форма представления измерительной информации. Информационные характеристики СИ.

2.2. Типовые структурные схемы средств измерения технологических параметров.

Государственная система приборов и средств автоматизации (ГСП). Принципы построения, структура и основные виды устройств и комплексов ГСП. Унифицированные параметры сигналов.

Типовые структуры СИ, измерительных цепей и информационно-измерительных комплексов. Классификация измерительных преобразователей. Типовые структурные схемы СИ неэлектрических величин.

Преобразователи сигналов электрической и пневматической ветвей ГСП. Преобразователи перемещения. Структурные схемы, наладка и поверка нормирующих преобразователей.

Вторичные приборы. Приборы непосредственной оценки. Автоматические измерительные приборы следящего уравнивания. Автоматические потенциометры. Потенциметрический метод измерения электродвижущей силы (ЭДС). Автоматические мосты. Методика расчета мостовых схем. Автокомпенсаторы с дифференциально-трансформаторными и ферродинамическими измерительными схемами. Автокомпенсаторы с цифровым выходом.

Современные микропроцессорные измерительные приборы, их структура, узлы и характеристики.

Ввод измерительной информации в ЭВМ, приборный интерфейс. Функции, структура, технические характеристики микропроцессорных систем, используемых в средствах и системах измерений. Интеллектуальные СИ.

### 2.3. Измерение температуры

Температурные шкалы. Классификация методов и приборов измерения температуры.

Термометры расширения. Манометрические термометры.

Термоэлектрические преобразователи температуры, принцип действия, стандартные градуировки, погрешности. Методы и средства измерения термо-ЭДС, нормирующие преобразователи, основные технические характеристики.

Термопреобразователи сопротивления, стандартные градуировки. Измерительные цепи с термопреобразователями, нормирующие преобразователи, основные технические характеристики.

Пирометры излучения. Принципы действия, характеристики и погрешности пирометров. Особенности градуировки.

Метрологическое обеспечение СИ температуры.

### 2.4. Измерение давления и уровня.

Классификация методов и СИ давления, принцип действия и их основные характеристики. Правила поверки. Основные сведения о выборе, установке и защите манометрических приборов от агрессивных сред.

Классификация методов и СИ уровня, принцип действия и характеристики уровнемеров. Дополнительные устройства. Правила поверки. Особенности измерения уровня сыпучих сред.

### 2.5. Измерение расхода и количества веществ

Классификация методов и СИ расхода и количества веществ. Основные требования к приборам измерения расхода.

Расходомеры переменного перепада давления. Расчет статической характеристики сужающих устройств, оценка погрешности. Специальные сужающие устройства.

Расходомеры переменного перепада давления. Расходомеры обтекания. Классификация, характеристики.

Электромагнитные расходомеры.

Тепловые расходомеры. основные способы измерения и принципы построения преобразователей расхода.

Крыльчато-тахометрические расходомеры. Счетчики жидкостей и газов.

Измерители расхода и количества сыпучих материалов. Классификация и условные обозначения весового оборудования. Технологические весы, дозирующие устройства. Измерение расхода многофазных и пульсирующих потоков.

## 2.6. Измерение состава и свойств жидкостей.

Классификация аналитических методов и приборов. Общая характеристики аналитических методов, чувствительность и избирательность. Принципы построения анализаторов. основные требования к анализаторам и особенности условий эксплуатации. Метрологическое обеспечение средств аналитического контроля.

Электрохимические методы анализа. Физико-химические основы методов. Кондуктометрический метод. Измерительные схемы контактных и бесконтактных кондуктометров, их характеристики и области применения. Потенциометрический метод. Электродная система и измерительные схемы рН-метров. Ионно-селективные электроды и анализаторы на их основе. Полярографический метод, полярографы.

Оптические методы анализа, классификация, физические основы. Фотометрические методы, избирательность, выбор спектральной области для фотометрических измерений. Фотоколориметры, нефелометры, турбидиметры, рефрактометры, поляризационные и люминисцентные приборы.

Особенности анализа состава жидкостей в пищевой промышленности. Приборы для измерения жирности молока, содержания белка в молоке. Комбинированные приборы для одновременного анализа содержания жира, СОМО и лактозы в молочных продуктах.

Методы определения плотности. Принцип действия и характеристики плотномеров.

Методы определения вязкости. Классификация, принцип действия и характеристики вискозиметров.

## 2.7. Измерение состава газов

Классификация методов газового анализа. оптические методы. Газоанализаторы инфракрасного и ультрафиолетового поглощения, ленточные фотоколориметры, пламенно-фотометрические и хемолюминисцентные газоанализаторы. Принцип действия, устройство, основные характеристики и области применения.

Тепловые методы анализ: термохимические, термокондуктометрические, термомагнитные. Конструкция первичных измерительных преобразователей. Приборы.

Хроматографические и сорбционные методы и приборы. Характеристики, области применения.

Электрохимические методы и приборы анализа состава газов. Характеристики и области применения.

Методы измерения влажности газов.

## 2.8. Приборы и системы контроля окружающей среды и промышленных выбросов.

Основные параметры окружающей среды, предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в воздухе, воде и почве. Приоритетные загрязнители окружающей среды и методы их контроля. Сенсоры и приборы для контроля качества окружающей среды. Приборы и системы контроля промышленных выбросов.

#### 2.9. Автоматизированные системы контроля

Структура и типовые функции автоматизированных систем контроля (АСК). Построение АСК из стандартных средств измерений.

Использование вычислительной техники в АСК. Логическая структура систем. Методическое, техническое, программное, метрологическое и информационное обеспечение АСК.

Распределенные системы контроля технологических процессов. Структуры, функции. Методы и средства передачи измерительной информации в системе. Представление информации оператору.

### 3. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

#### Раздел 2.1

1. Что такое класс точности прибора и каким образом он обозначается на шкале прибора ?
2. Каким образом можно уменьшить случайную составляющую погрешности измерения ?
3. Что используется в качестве информационной характеристики средства измерения ?

#### Раздел 2.2

1. В чем заключается отличие измерительного преобразователя от измерительного прибора ?
2. Приведите структурную схему измерительного преобразователя для измерения давления и имеющего унифицированный выходной электрический сигнал.
3. Почему вторичный прибор следящего уравнивания обеспечивает более высокую точность, чем прибор непосредственной оценки ?
4. В какими первичными преобразователями работает дифференциально-трансформаторный вторичный прибор ?
5. Какие функциональными возможностями обладает автоматический потенциометр ?

### Раздел 2.3

1. На какую глубину необходимо погружать в контролируемую среду стеклянные технические и лабораторные термометры расширения ?
2. С какими вторичными приборами работают термометры сопротивления ?
3. Назовите основные достоинства и недостатки полупроводниковых термометров сопротивления.
4. Какие градуировки имеют платиновые термометры сопротивления ?
5. Какие погрешности свойственны манометрическим термометрам ?

### Раздел 2.4

1. Как влияет взаимное расположение манометра и места отбора импульса на показания прибора, используемого для измерения давления жидкости или газа ?
2. Можно ли трубчатый манометр подключать непосредственно к трубопроводу с молоком ?
3. Положение поплавка поплавкового и буйкового уровнемера изменяется с изменением уровня контролируемой среды. В чем состоит различие в принципе действия этих приборов ?
4. Какие уровнемеры можно использовать для контроля уровня сыпучих сред ?
5. В чем заключается отличие между емкостным сигнализатором уровня и емкостным индикатором уровня ?

### Раздел 2.5

1. Каким условиям должна удовлетворять контролируемая среда для того, чтобы показания расходомера переменного перепада давления не искажались ?
2. Какие требования к электропроводности жидкости предъявляют электромагнитный расходомер ?
3. В каких случаях применяют специальные сужающие устройства ?
4. Какие счетчики могут быть использованы для измерения количества газа ?
5. Объясните принцип действия объемных дозаторов для жидких продуктов ?

### Раздел 2.6

1. Что представляет собой первичный преобразователь контактного кондуктометра ?



2. Почему измерительная схема рН-метра может использоваться как для измерения кислотности, так и для измерения щелочности среды ?
3. Во сколько раз кислотность одного раствора отличается от кислотности другого, если их рН отличаются на 1 ?
4. При каком условии пьезоэлектрический уровнемер можно переоборудовать в прибор для измерения плотности среды ?
5. Что такое динамическая вязкость ?
6. Поясните принцип действия рефрактометра полного внутреннего отражения ?

#### Раздел 2.7

1. Почему «мокрый» термометр психрометрического влагомера показывает более низкую температуру, чем «сухой» ?
2. Приведите структурную схему хроматографа ?
3. Область применения газоанализаторов инфракрасного поглощения .
4. На каком физическом свойстве кислорода основан принцип действия термомагнитного анализатора ?
5. Что представляет собой полярограф ?

#### Раздел 2.8

1. Что характеризует ПДК ? Каким образом производится регламентация ПДК загрязняющих веществ в атмосфере ?
2. Перечислите методы измерения концентрации пыли в воздухе производственных помещений.
3. Перечислите основные операции при контроле концентрации вредных веществ .
4. Какими параметрами оценивается качество воды сточных вод ?
5. В чем заключается отличие в методах отбора проб воздуха, содержащего твердые и жидкие аэрозоли и газообразные и парообразные примеси ?

#### Раздел 2.9

1. Приведите структурную схему АСК для контроля какого-либо параметра технологического процесса.
2. Что понимается под техническим и метрологическим обеспечением АСК ?
3. Какие методы передачи информации Вы знаете ?
4. Каким образом может быть представлена информация оператору в АСК?

### 4.ЛИТЕРАТУРА

## **4.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Петров И.К. Технологические измерения и приборы пищевой промышленности.-М.:Агропромиздат,1985.-344 с.
2. Митин В.В., Усков И.Л. Автоматика и автоматизация производственных процессов мясной и молочной промышленности.-М.:Агропромиздат,1987.-с.
3. Г.М. Иванова и др. Теплотехнические измерения и приборы.-М.:Энергоатомиздат,1984.-232 с.
4. А.М.Владимирова и др. Охрана окружающей среды.-Л.:Гидрометиздат,1991.- с.

## **4.2. СПРАВОЧНИКИ**

1. Измерения в промышленности. Справочник в 3-х томах / Под ред. П.Профоса.-М.:Металлургия,1990
2. Весоизмерительное оборудование. Справочник.-М.:Агропромиздат,1989.-24- с.
3. Брусиловский Л.П., Вайнберг Л.Я. Приборы технологического контроля в молочной промышленности. Справочник.-М.:Агропромиздат,1990.-288 с.
4. Кошарский В.Д. Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы. Справочник.-Л.:Машиностроение,1976.-488 с.
5. Реометрия пищевого сырья и продуктов. Справочник / Под ред. Ю.А.Мачихина.-М.:Агропромиздат,1990.-270 с.
6. Брусиловский Л.П., Вайнберг Л.Я. АСУТП цельномолочных и молоцноконсервных производств. Справочник.-М.:Колос,1993.- 245 с.

## **4.3. СБОРНИКИ ЗАДАЧ**

1. Кузнецов А.Д., Чистяков В.С. Сборник задач и вопросов по теплотехническим измерениям и приборам.-М.:Энергоатомиздат.1985.-385 с.

## **4.4.ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Брусиловский Л.П., Вайнберг Л.Я. Автоматизация технологических процессов в молочной промышленности.-М.:Пищевая промышленность,1978.-344 с.
2. Лапшин А.А. Основы комплексной автоматизации технологических процессов мясной и молочной промышленности.-М.:Пищевая промышленность,1969.-295 с.

3. Охрана окружающей среды / Под ред. С.В.Белова.-М.:Высшая школа,1991.-с
4. Мачихин Ю.А., Мачихин С.А. Инженерная реология пищевых материалов.- М.:Легкая и пищевая промышленность,1981.-216 с.

## **5.ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ И УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

Контрольные работы NN 1 и 2 посвящены вопросам оценки погрешностей средств измерений и погрешностей результатов измерений.

Контрольные работы N 1 и 2 состоят каждая из 8 задач. В приложении 1 приведен текст 20-ти задач. В приложении 2 указаны номера задач, которые необходимо решить по каждому варианту индивидуального задания. Номер Вашего варианта соответствует последней цифре Вашего шифра. При решении задач первой и второй контрольных работ используйте задачник [1], в котором приведены решения многих типовых задач.

В контрольной работе N 3 необходимо ответить на 8 вопросов, приведенный в приложении 3. Номера вопросов варианта индивидуального задания приведены в приложении 2. Номер варианта соответствует последней цифре Вашего шифра.

## **6. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

Целью выполнения курсового проекта является развитие навыков самостоятельного решения измерительных задач, вопросов метрологического обеспечения технологических процессов пищевых производств.

Выбор анализируемого технологического процесса производится студентом самостоятельно или исходя из перечня тем курсового проектирования, приведенным в прил. 2 методических указаний [1]. Выбранный технологический процесс, а также объем разработок по курсовому проекту согласовываются с преподавателем.

В объем курсового проекта входят :

- выбор (с подробным обоснованием) средства измерения для контроля и регулирования параметров заданного технологического процесса. Результат выбора завершить составлением заказной спецификации;
- выбор образцовых приборов для поверки рабочих средств измерения одного вида, используемых в Вашей системе;
- выбор и расчет сужающего устройства расходомера переменного перепада давления. Варианты индивидуального задания приведены в приложении .Номер Вашего варианта соответствует последней цифре шифра;

- выбор и обоснование схемы монтажа датчиков температуры, давления и расхода. Варианты индивидуальных заданий приведены в приложении . Номер варианта задания соответствует последней цифре Вашего шифра.

Курсовой проект содержит расчетно-пояснительную записку и графическую часть. В расчетно-пояснительной записке приводятся расчеты и пояснения, необходимые для решения поставленных перед студентом четырех задач. Каждый раздел пояснительной записки необходимо начинать с краткого изложения индивидуального задания. Графическая часть должна содержать структурную схему заданного технологического процесса и схемы монтажа датчиков температуры, давления и расхода.

Методические указания по выполнению всех разделов курсового проекта содержатся в [1].

При выполнении первого раздела курсового проекта студент должен обосновать выбор тех или иных рабочих средств измерения и регулирования параметров технологического процесса, пользуясь правилами выбора по диапазону измерения, точности, быстродействию и другим факторам, с учетом влияния внешних условий. Работу по данному разделу следует начинать с изучения заданного технологического процесса и анализа параметров регулирования. Затем необходимо сформулировать измерительную задачу по каждому параметру (выполнение этого этапа целесообразно оформить в виде таблицы, форма которой приводится в методических указаниях [1]. После формулирования измерительной задачи можно приступить к выбору средств измерений. Методика выбора изложена в [1,2]. Форма заказной спецификации, заполняемой по результатам выбора рабочих средств измерений приведена в прил.6 методических указаний [1].

При выполнении второго раздела курсового проекта необходимо по согласованию с преподавателем выбрать образцовые средства измерения для поверки одного из рабочих средств измерения, выбранных в разделе 1 данного курсового проекта. Порядок выбора приведен в [3].

При выполнении третьего раздела курсового проекта студент должен произвести выбор и расчет стандартного сужающего устройства (диафрагмы) расходомера переменного перепада давления и рассчитать его градуировочную характеристику. Методика расчета изложена в [4].

При выполнении четвертого раздела курсового проекта студенту необходимо выбрать наиболее рациональные с точки зрения показателей надежности и точности схемные решения по монтажу преобразователей для измерения температуры, манометра и расходомера (с использованием стандартного сужающего устройства). Справочная информация, необходимая для выполнения этого раздела, содержится в [1,5].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Усачев Ю.А., Лазарев В.Л. Методические указания в выполнении курсового проекта по курсу «Технологические измерения и приборы отрасли».-Л.:ЛТИХП,1988.-24 с. (Д 4330)
2. Усачев Ю.А. Выбор средств измерения по точности,Методические указания.-Л.:ЛТИХП,1985.-8 с. (Д 3911)
3. Усачев Ю.А. Выбор образцовых средств измерения.Методические указания.-Л.:ЛТИХП,1980.-11 с. (Д3332)
4. Техника проектирования систем автоматизации технологических процессов:Справочник\ Под ред. Л.И.Шепетина.-М.: Энегррия ,1976.-702 с.
5. Монтаж приборов и средств автоматики:Справочник\Под ред.А.С.Клюев.-М.: Энегррия, 1979.-728с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ N 1

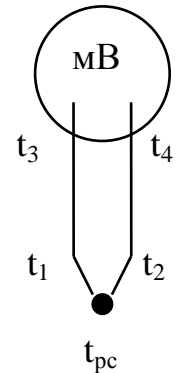
### Перечень задач контрольных работ N 1 и N 2

1. Оцените дополнительную погрешность измерения температуры термометром сопротивления ТСМ гр.23 при двухпроводной схеме включения термометра, если сопротивление линии  $R_1 = 15 \text{ Ом}$ .
2. Определите погрешность манометра с унифицированным пневматическим сигналом  $0,2 \div 1 \text{ кгс/см}^2$  и пределом измерения  $0 \div 6 \text{ кгс/см}^2$ , если при давлении  $P = 4,5 \text{ кгс/см}^2$  выходной сигнал равен  $0,84 \text{ кгс/см}^2$ .
3. Найдите чувствительность термометра сопротивления градуировки 100М.
4. Рассчитать каким должно быть соотношение между диаметрами чашечного дифманометра, чтобы при отсчете только по узкому сосуду погрешность не превышала 0,2 %.
5. Оцените дополнительную погрешность измерения температуры термометром сопротивления гр.24 при двухпроводной схеме включения, если сопротивление соединительных проводов  $R_1=4,5 \text{ Ом}$  вместо  $R_1=5 \text{ Ом}$
6. Лабораторный стеклянный термометр заполнен жидкостью с коэффициентом объемного расширения в стекле  $\lambda=0,0017 \text{ K}^{-1}$ . Найдите действительное значение температуры, если от погружен в контрольную среду до отметки  $35^\circ\text{C}$  и показывает  $85^\circ\text{C}$ . Температура выступающего столбика равна  $25^\circ\text{C}$ .
7. Определить погрешность, вызванную изменением температуры в помещении с  $20^\circ\text{C}$  до  $40^\circ\text{C}$ , если измерение производится термопарой, соединенной с милливольтметром медными проводами, при этом  
сопротивление рамки милливольтметра  $R_p=65 \text{ Ом}$ ;  
сопротивление проводов  $R_{л}=5 \text{ Ом}$ ;  
а показание прибора составило  $520^\circ\text{C}$ .
8. Определите погрешность манометрического ртутного термометра, если термобаллон находится на 6 м ниже показывающего прибора. Шкала прибора  $0 \div 500^\circ\text{C}$ ;  $P_{нач}=4,7 \text{ МПа}$ ;  $P_{кон}=14,2 \text{ МПа}$ ; плотность ртути  $\rho=13600 \text{ кг/м}^3$ .
9. Определите какое значение давления в манометрическом термометре должно быть при  $t=0^\circ\text{C}$ , чтобы при изменении  $t$  от 0 до  $500^\circ\text{C}$  давление возросло на 10 МПа. Термический коэффициент расширения газа  $\beta=0,00366 \text{ K}^{-1}$ .
10. Найдите допустимое значение погрешности для термометра сопротивления ТМС градуировки III класса точности при температуре  $120^\circ\text{C}$ .

11. Измерение температуры производится термопарой, соединенной с милливольтметром медными проводами. Температура в помещении менялась с  $20^{\circ}\text{C}$  до  $40^{\circ}\text{C}$ . Оценить погрешность, если  
сопротивление линии  $R_{\text{л}}=15 \text{ Ом}$ ;  
сопротивление рамки  $R_{\text{р}}=70 \text{ Ом}$ ;  
дополнительное сопротивление  $R_{\text{доп}}=200 \text{ Ом}$ .

12. Газовый манометрический термометр имеет шкалу  $0 \div 100^{\circ}\text{C}$ , давление в системе составляет 6,8 и 9,3 кгс/см<sup>2</sup> соответственно. Прибор градуирован при атмосферном давлении 760 мм рт.ст. и показывает  $75^{\circ}\text{C}$ . Найдите действительное значение температуры, если атмосферное давление будет 720 мм рт.ст.

13. Милливольтметр соединен с термопарой ТХА термокомпенсационными проводами  $t_1=t_2=200^{\circ}\text{C}$  и  $t_3=t_4=30^{\circ}\text{C}$ . Показания прибора составили 23,5 мВ, Найдите действительное значение измеряемой температуры.



14. Мост КСМ-4 имеет класс точности 0,25. Найдите допустимое значение погрешности для прибора с диапазонами измерения :  $0 \div 50^{\circ}\text{C}$  ;  
 $100 \div 300^{\circ}\text{C}$  .

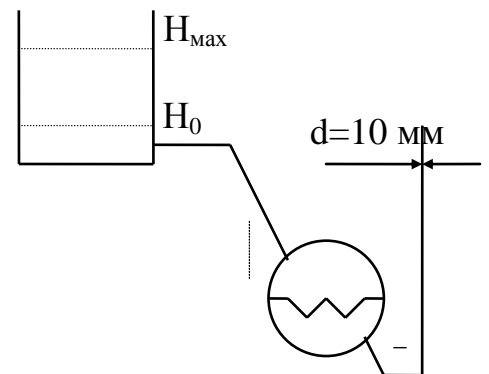
15. Термопара градуировки ТПП развивает ЭДС 3,8 мВ, температура холодного спая составляет  $35^{\circ}\text{C}$ . Определите температуру горячего спая.

16. Оцените погрешность измерительной цепи, состоящей из термометра сопротивления гр.24, кл.Ш, соединительных проводов, подогнанных с погрешностью 0,05 Ом и логометра класса точности 1. Шкала логометра  $0 \div 150^{\circ}\text{C}$  , показания прибора составили  $120^{\circ}\text{C}$ .

17. Определите погрешность манометра с унифицированным выходным сигналом  $0 \div 5 \text{ мА}$  с пределами измерения  $0 \div 5 \text{ кгс/см}^2$ , если при измерении давления  $P=30 \text{ кгс/см}^2$  выходной сигнал составил  $I=2,9 \text{ мА}$ .

18. Найдите чувствительность термометра сопротивления градуировки 50М.

19. Измерение уровня производится мембранным дифманометром. Оценить погрешность, вызванную изменением уровня в минусовой трубке, если при изменении уровня от 0 до  $H_{\text{max}}=400 \text{ мм}$  мембрана прогибается и выдавливает из минусовой камеры  $\Delta V=4 \text{ см}^3$ . При нулевом уровне уровни жидкости в плюсовой и минусовой камерах одинаковы.



20. Манометр, измеряющий давление воды в трубопроводе, расположен на 5 м выше точ-

ки отбора импульса и показывает  $6,5 \text{ кгс/см}^2$ .

Определите действительное значение давления в трубопроводе.



## ПРИЛОЖЕНИЕ N 2

№варианта	№№ задач для контрольной работы N1	№№ задач для контрольной работы N 2
0	3,5,7,9,11,13,15,17	6,8,10,12,14,16,20
1	4,6,8,10,12,14,16,18	1,3,5,7,9,11,15,17
2	3,6,5,7,8,10,9,12	1,2,4,6,9,10,12,16
3	8,5,10,7,12,9,16,11	1,2,4,13,19,12,17,20
4	12,7,14,9,16,11,18,13	3,5,6,8,10,12,15,17
5	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,	1,10,11,12,13,14,15,16
6	12,13,14,15,16,17,18,19	2,3,4,5,6,7,8,20
7	5,14,6,15,9,12,18,13	1,4,5,7,8,12,14,17
8	2,8,7,4,14,13,18,10	3,5,6,9,11,12,15,16
9	17,20,15,12,3,19,4,16	6,7,10,13,14,16,18,19



## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### Перечень задач для контрольной работы N 3

1. Чем объяснить, что максимальная длина капилляра газового манометрического манометра 60 м, а жидкостного – только 10 м ?
2. Перечислите достоинства и недостатки полупроводниковых термометров сопротивления ?
3. Какая из термопар градуировок ПП, ХА и ХК имеет наибольшую чувствительность ?
4. Назначение термоэлектрических проводов в измерительной схеме с термопарами.
5. Какую информацию несет градуировка термометров сопротивления и перечислите их.
6. Объясните работу неравновесной и равновесной мостовых измерительных схем?
7. Назначение разделительных мембран.
8. Объясните принцип действия расходомеров постоянного перепада давления.
9. Объясните принцип действия расходомеров постоянного перепада давления.
10. Опишите принцип действия электромагнитного (индукционного) расходомера жидких сред.
11. Назначение уравнивающих сосудов у гидростатических уровнемеров.
12. Опишите принцип действия одного из сигнализаторов уровня жидких сред.
13. Какие физико-химические явления используются при измерении кислотности в градусах Тернера и значении рН ?
14. Каким образом осуществляется температурная компенсация в кондуктометрических анализаторах жидкости ?
15. Опишите принцип действия одного из приборов для измерения вязкости .
16. Назначение и принцип действия хроматографа.
17. Методы определения содержания жира и СОМО в молоке и молочных продуктах.
18. Опишите принцип действия прибора для непрерывного измерения влажности сливочного масла при его производстве.
19. Приведите классификацию весоизмерительных устройств , используемых в пищевой промышленности.
20. Перечислите основные показатели, определяемые при контроле воздуха в производственных помещениях.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Варианты заданий для расчета сужающего устройства расходомера переменного перепада давления

Контролируемая Среда	Давление среды, Мпа	Температура среды, 0С	Максимальный расход среды, кг\час	Минимальный расход, кг\час	Условный диаметр трубопровода, мм	Отношение I/D	Вид арматуры, установленной перед прямолинейным участком
вода	0,7	80	35000	23000	80	30	задвижка
	0,6	80	32000	25000	80	25	задвижка
	0,55	70	28000	20000	80	28	колесо
	0,65	75	30000	20000	90	30	колесо
	0,6	90	31000	25000	90	25	вентиль
водяной пар	12	200	1000	700	50	30	колесо
	11	180	2000	1800	50	25	колесо
	9	190	2800	1700	65	25	вентиль
	8	170	1700	1000	50	29	вентиль
	7	160	2300	1800	65	30	задвижка

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Варианты задания для выбора схем монтажа датчиков для измерения температуры, давления и расхода

№№ вариан- та	Условия монтажа							дополнительн- ые
	термометра		манометра			расходомера		
	Диаметр трубопровода, мм	Глубина погружения, мм	Давление, Мпа	Температур- а, 0С	Измеряе- мая Среда	Измеряемая Среда	Расположе- ние дифманоме- тра	
1	50	95	2,0	60	вода	вода	выше СУ	
2	14	180	2,5	70	молоко	вода	выше СУ	
3	83	550	2,4	50	молоко	вода	ниже СУ	
4	83	200	2,3	70	воздух	водяной пар	ниже СУ	p=0,3 Мпа
5	45	80	8,0	120	мазут	водяной пар	выше СУ	p=0,1 Мпа
6	16	180	20,0	100	пар	мазут	выше СУ	
7	18	160	25,0	200	пар	мазут	ниже СУ	
8	48	90	1,0	50	вода	водяной пар	ниже СУ	p=0,4 Мпа
9	53	100	0,3	85	вода	вода	выше СУ	
0	20	150	0,2	110	сахарный сироп	вода	ниже СУ	p=0,15 Мпа

УСАЧЕВ ЮРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ  
ЗАМАРАШКИНА ВЕРОНИКА НИКОЛАЕВНА

Технологические измерения и приборы отрасли

Рабочая программа, методические указания и  
варианты заданий на выполнение контрольных  
работ для студентов заочного факультета  
специальности 210200

Редактор

Корректор

Подписано к печати . Формат 60x84 1/16. Бумага газетная.

Печать офсетная. Усл.печ.л. .Печ.л. . усл.-изд.л. .

Тираж экз. Заказ N . С

---