

*Приложение 1.1.1 к ОПОП-П по специальности  
15.02.14 Оснащение средствами автоматизации  
технологических процессов и производств (по  
отраслям)*

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПМ.01 Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с  
учетом специфики технологических процессов**

**МДК.01.01 Средства автоматизации технологических процессов и производств**

**для обучающихся специальности**

**15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств  
(по отраслям)**

Магнитогорск, 2024

## **ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
«Механического, гидравлического оборудования  
и автоматизации»  
Председатель О.В. Коровченко  
Протокол № 5 от 31.01.2024 г.

Методической комиссией МпК  
Протокол № 3 от 21.02.2024 г.

### **Разработчик:**

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный колледж

Ю.С. Урахчина

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ.01 «Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению вида деятельности ВД 1 Осуществлять разработку и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям) и овладению профессиональными компетенциями.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
Практическое занятие № 1	6
Практическое занятие № 2	9
Практическое занятие № 3	10
Практическое занятие № 4	11
Практическое занятие № 5	13
Практическое занятие № 6	15
Практическое занятие № 7	17
Практическое занятие № 8	19
Практическое занятие № 9	21
Практическое занятие № 10	24
Лабораторное занятие №1	25
Лабораторное занятие №2	27
Лабораторное занятие № 3	29
Лабораторное занятие № 4	30
Лабораторное занятие № 5	31
Лабораторное занятие № 6	32
Лабораторное занятие № 7	33
Практическое занятие № 11	34
Практическое занятие № 12	35
Практическое занятие № 13	39
Практическое занятие № 14	40
Практическое занятие № 15	42
Лабораторное занятие № 8	44
Лабораторное занятие № 9	45
Лабораторное занятие № 12	51

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности), необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой ПМ.01 Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов, МДК.01.01 Средства автоматизации технологических процессов и производств предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации

Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;

Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

Уо 01.03 определять этапы решения задачи;

Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;

Уо 01.05 составлять план действий;

Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);

Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;

Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;

Уо 04.03 эффективно работать в команде;

Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;

Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на формирование общих компетенций по профессиональному модулю программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями**:

ПК 1.1 Осуществлять анализ имеющихся решений для выбора программного обеспечения для создания и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания.

А также формированию **общих компетенций**:

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста

ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

Выполнение обучающимися практических и/или лабораторных работ по ПМ.01 Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов, МДК.01.01 Средства автоматизации технологических процессов и производств направлено на:

- *обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;*

- *формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;*

- *формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;*

- *приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;*

- *развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;*

- *выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.*

Практические и лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 1.1.

#### Типовые элементы систем автоматического контроля их характеристики

#### Практическое занятие № 1

#### Расчет класса точности прибора

**Цель:** формировать знания и умения отличать технические средства, которые служат для измерения электрических величин; по каким признакам различают измерительные приборы, принципы их действия, погрешности измерений и различия между классами точности.

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;

#### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание

**Оборудование:** не требуется

#### Задание:

Расчитать абсолютную и приведенную погрешность по формулам, результат занести в таблицу

Таблица 1 – Расчет погрешностей измерений

Проверяемый прибор, диапазон шкалы	Измеренная величина, $X_{изм}$	Истинное значение измеренной величины, $X_{ист}$	Абсолютная погрешность, $\Delta$	Относительная погрешность, $\delta$

#### Расчетные формулы

Абсолютная погрешность – определяется разницей между измеренным  $X_{изм}$  и истинным значением физической величины  $X_{ист}$

$$\Delta = X_{изм} - X_{ист}$$

Относительная погрешность определяется отношением абсолютной погрешности  $\Delta$  к истинному значению измеряемой величины, %:

$$\delta = \frac{\Delta}{X_{ист}} \cdot 100$$

Определить приведенную относительную погрешность, %, по формуле:

$$\gamma = \frac{|\Delta|_{\max}}{X_N} 100,$$

где  $|\Delta|_{\max}$  – максимальная по модулю абсолютная погрешность;

$X_N$  – нормированное значение измеряемой величины.

Таблица 2 – Задание по вариантам

№ п/п	Проверяемый прибор	Диапазон шкалы прибора	Измеренная величина, $X_{изм}$ Истинная величина, $X_{ист}$										Теоретические вопросы вариант
			21	59	102	119	143	181	202	249	301	400	
1.	Манометр	0...400 кг/см <sup>2</sup>	21 20	59 60	102 100	119 120	143 140	181 180	202 200	249 250	301 300	400 400	1
2.	Манометр	0...1.6 кг/см <sup>2</sup>	0,21 0,20	0,42 0,40	0,59 0,60	0,79 0,80	0,99 1,00	1,19 1,20	1,28 1,30	1,39 1,40	1,50 1,50	1,59 1,60	2
3.	Манометр	0...50 кг/см <sup>2</sup>	4,5 5,0	9,0 10,0	14,5 15,0	19,0 20,0	25,0 25,0	31,0 30,0	35,5 35,0	40,5 40,0	44,0 45,0	49,0 50,0	1
4.	Манометр	0...400 кг/см <sup>2</sup>	21 20	59 60	102 100	119 120	143 140	181 180	202 200	249 250	301 300	400 400	2
5.	Манометр	0...1.6 кг/см <sup>2</sup>	0,21 0,20	0,42 0,40	0,59 0,60	0,79 0,80	0,99 1,00	1,19 1,20	1,28 1,30	1,39 1,40	1,50 1,50	1,59 1,60	1
6.	Манометр	200...600 кг/см <sup>2</sup>	221 220	259 260	302 300	319 320	343 340	381 380	402 400	449 450	501 500	600 600	2
7.	Мано-вакуумметр	-25...25 Па	-25 -25	-19 -20	-14 -15	-9 -10	-5 -5	0 0	6 5	9 10	15 15	21 20	1
8.	Вакуумметр	-50...0 атм	-49 -50	-44 -45	-41 -40	-36 -35	-31 -30	-25 -25	-19 -20	-15 -15	-9 -10	-5 -5	2
9.	Вакуумметр	-400...0 бар	-400 -400	-301 -300	-249 -250	-202 -200	-181 -180	-143 -140	-119 -120	-102 -100	-59 -60	-21 -20	1
10.	Мановакуумметр	-200...200 Па	-193 -200	-188 -180	-143 -140	-119 -120	-106 -100	-59 -60	-25 -20	1 0	102 100	153 150	2
11.	Термометр	-50...50°	-45 -50	-42 -40	-33 -30	-21 -20	-10 -10	1 0	12 10	26 25	32 30	47 45	1
12.	Термометр	300...900°	352 350	402 400	451 450	501 500	551 550	603 600	655 650	705 700	755 750	803 800	2
13.	Термометр	0...500°	53 50	104 100	155 150	203 200	256 250	303 300	355 350	402 400	451 450	499 500	1
14.	Термометр	100...1000°	105 100	202 200	301 300	403 400	502 500	607 600	705 700	803 800	900 900	998 1000	2
15.	Термометр	300...1200°	301 300	402 400	501 500	600 600	699 700	798 800	899 900	999 1000	1101 1100	1198 1200	1
16.	Термометр	100...200°	101 100	122 120	133 130	144 140	155 150	159 160	168 170	177 180	188 190	197 200	2
17.	Термометр	33...43°	33,2 33,0	34,1 34,0	35,5 35,0	36,6 36,0	37,5 37,0	38,2 38,0	39,1 39,0	40,5 40,0	41,2 41,0	41,2 42,0	1
18.	Вольтметр	0...100 В	23 25	34 30	43 40	48 45	55 50	64 60	71 70	76 75	79 80	87 90	2
19.	Вольтметр	50...100 В	50 50	54 55	61 60	66 65	71 70	74 75	82 80	87 85	93 90	97 95	1
20.	Амперметр	0...10 А	1,0 1,0	2,1 2,0	2,9 3,0	4,2 4,0	5,2 5,0	5,8 6,0	7,0 7,0	8,3 8,0	9,1 9,0	9,8 10,0	2
21.	Психрометр	0...100%	10,0 10,0	19,5 20,0	29,4 30,0	39,0 40,0	49,5 50,0	58,0 60,0	69,0 70,0	78,0 80,0	89,0 90,0	100,0 100,0	1

### Порядок выполнения работы:

1. Проработайте теоретический материал.
2. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
3. Оформите результаты работы.

**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания.

**Критерии оценки:**

"Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний

"Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания

"Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания

"Неудовлетворительно" - Задание не выполнено



## Практическое занятие № 2

### Построение статической и динамической характеристики

#### Цель:

- научиться строить характеристики;
- научить находить по динамической характеристике: время запаздывания и время инерционности.

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;

#### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

#### Задание:

1. Построить статическую характеристику по данным практической работы № 1.
2. Построить динамическую характеристику и определить время запаздывания и время инерционности.

#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
2. Оформите результаты работы.

#### Форма представления результата:

Выполнение индивидуального задания.

#### Критерии оценки:

- "Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний
- "Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания
- "Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания
- "Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Практическое занятие № 3

### Расчет измерительной схемы автоматического потенциометра

#### Цель:

- ознакомиться с принципом работы измерительной схемой автоматического потенциометра
- рассчитать измерительную схему автоматического потенциометра

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;

#### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

#### Задание:

Необходимо определить сопротивление контрольного резистора  $R_k$ ; сопротивление медного резистора  $R_m$ ; сопротивление резистора  $R_6$ ; сопротивление резисторов  $R'_1$  и  $R''_1$ ; изменение показаний потенциометра для конечного значения шкалы при изменении температуры свободных концов термометра от 20 до 50 °С.

#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
2. Оформите результаты работы.

#### Форма представления результата:

Выполнение индивидуального задания.

#### Критерии оценки:

- "Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний
- "Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания
- "Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания
- "Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Практическое занятие № 4

### Расчет параметров точности измерения температуры измерительной системой

#### Цель:

- изучение алгоритма определения статической погрешности измерения температуры с помощью измерительной системы на основе термоэлектрических преобразователей;
- получение практических навыков расчета погрешности измерений в измерительной системе.

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;

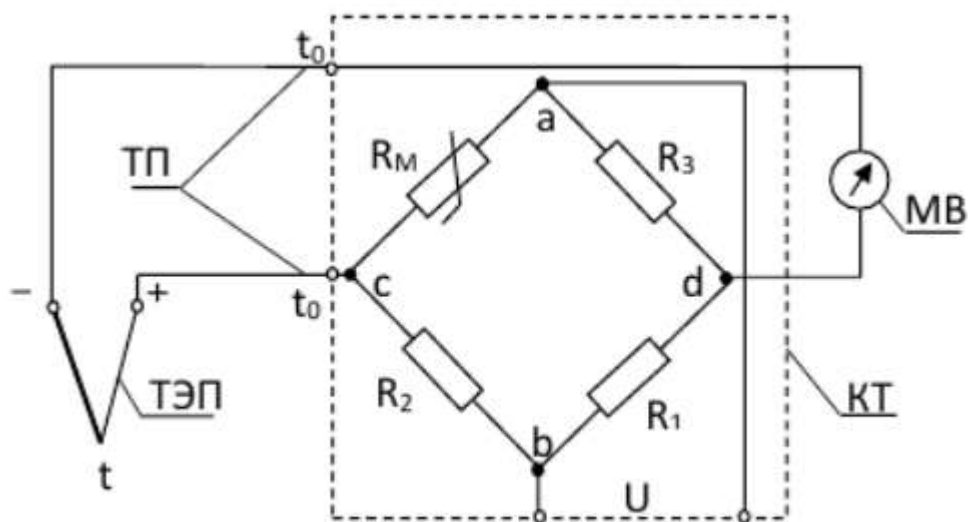
#### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

#### Задание:

Выполнить оценку предельной статической погрешности измерения температуры с помощью измерительной системы



Система измерения представлена показывающим милливольтметром класса точности К, с пределами измерений  $t_n \dots t_v$ , в цепи с термоэлектрическим преобразователем (ТЭП), имеющим заданную номинальную статическую характеристику (НСХ), и включенным в цепь милливольтметра термокомпенсатором типа КТ-4 для автоматического введения поправки на температуру свободных концов ТЭП. Милливольтметр показывает температуру  $t$ , заданная

средняя температура свободных концов ТЭП, на которую производится компенсация, равна  $t^0$ .

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
2. Оформите результаты работы.

**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания.

**Критерии оценки:**

"Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний

"Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания

"Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания

"Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Практическое занятие № 5

### Введение поправки на температуру свободных концов термопары

#### Цель:

- изучение принципа измерения температуры с помощью термопары;
- получение практических навыков расчета и введения поправки на температуру свободных концов термопары

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

#### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

#### Задание:

Изучить методику измерения температуры с помощью термопары, ввести поправку на температуру холодного спая.

Для большинства случаев измерения температуры в промышленных условиях термостатирование не является приемлемым вариантом ввиду громоздкости термостатирующих устройств и потребности в постоянном за ними наблюдении. В этом случае необходимо вводить поправку на температуру свободных концов. Она должна компенсировать разницу между градуировочной температурой (0°C) и текущей температурой в помещении.

В настоящее время широко применяется автоматическое введение поправки на температуру свободных концов ТП при помощи специальных компенсирующих устройств, которые располагаются отдельно или встраиваются во вторичный прибор.

При подключении термопар к измерительным устройствам обязательно возникают дополнительные контакты между термопарой и соединительными проводниками. Существует несколько программных и аппаратных способов обеспечения точности измерений с помощью термопар, из которых наибольшее распространение получил метод схемы компенсации холодного спая. Суть его заключается во введении в измерительную цепь источника напряжения с Э.Д.С., равной по величине и противоположной по знаку термо Э.Д.С. контакта. См схему рис.10. Обычно такие устройства уже входят в состав готовых измерительных модулей и контроллеров для подключения термопар, и у пользователя не возникает необходимости создавать и настраивать их самому.

Итак, после измерения термо Э.Д.С. термопары остаётся преобразовать её в температуру. К сожалению, у большинства термопар зависимость термо Э.Д.С. от температуры в некоторых диапазонах имеет нелинейный характер. Для достижения высокой точности измерений термопары

во всём диапазоне рабочих температур необходима его калибровка. Простейший и наиболее точный метод калибровки заключается в составлении и размещении в памяти ЭВМ таблицы соответствия значений термо Э.Д.С. и температуры, измеренной с помощью образцового термометра.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
2. Оформите результаты работы.

**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания.

**Критерии оценки:**

"Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний

"Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания

"Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания

"Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Практическое занятие № 6

### Построение градуировочной характеристики термометра сопротивления

#### Цель:

- изучение принципа измерения температуры с помощью термометра сопротивления;
- получение практических навыков построения градуировочной характеристики термометра сопротивления

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

#### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

#### Задание:

Изучить методику измерения температуры с помощью термометра сопротивления, построить градуировочную характеристику.

В термометрах сопротивления (ТС) используется свойство металлов и полупроводниковых материалов изменять сопротивление в зависимости от температуры. Зная зависимость сопротивления от температуры, судят о температуре среды, в которую он погружен. Выходным параметром устройства является электрическая величина, которая может быть измерена с весьма высокой точностью (до 0.02 °С), передана на большие расстояния и непосредственно использована в системах автоматического контроля и регулирования.

$$\alpha = \frac{(R_t - R_0)}{R_0 \cdot t}$$

В качестве материалов для изготовления чувствительных элементов ТС используются чистые металлы: платина, медь, никель, железо и полупроводники. Изменение электросопротивления данного материала при изменении температуры характеризуется температурным коэффициентом сопротивления (1/°С):

где  $t$  - температура материала, °С

$R_0$  и  $R_t$  - электросопротивление соответственно при 0 °С и температуре  $t$ , Ом

Чистые материалы имеют линейную зависимость электросопротивления от температуры и положительный температурный коэффициент сопротивления, достигающий 0.004 - 0.006 1/°С, т.е. увеличение температуры на один градус приводит к повышению сопротивления приблизительно на 0.4 - 0.6% от величины электросопротивления при 0 °С.

Сопротивление полупроводников с увеличением температуры резко уменьшается, т.е. они имеют отрицательный температурный коэффициент сопротивления, практически на порядок больший чем у металлов. Полупроводниковые ТС в основном применяются для измерения низких температур (от 1.5 до 400 °К).

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
2. Оформите результаты работы.

**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания.

**Критерии оценки:**

"Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний

"Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания

"Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания

"Неудовлетворительно" - Задание не выполнено



## Практическое занятие № 7

### Расчет расхода методом динамического напора

#### Цель:

- изучение метода динамического напора;
- получение практических навыков расчета расхода методом динамического напора.

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;

#### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

#### Задание:

В аппарат с давлением 2,2 бар по горизонтальному трубопроводу с эффективным диаметром 24 мм из открытого хранилища насосом перекачивается вода. Расстояние до аппарата составляет 32 м. Суммарный напор составляет 20 м. Принятый коэффициент трения равен 0,028. Потери напора воды на местные сопротивления составляют 7,45 м.

Рассчитайте расход жидкости.

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot W}} \quad \text{где}$$

Q – расход перекачиваемой жидкости;

d – диаметр трубы;

W – скорость потока.

Потери давления по причине трения для воды рассчитывают по формуле Хазена — Вильямса:

$$\Delta H = 11,23 \cdot l \cdot \frac{1}{C^{1,85}} \cdot \frac{Q^{1,85}}{d^{4,87}}, \text{ где}$$

$\Delta H$  – потери напора;

$l$  – длина участка трубы;

$C$  – коэффициент шероховатости Хайзена-Вильямса;

$Q$  – расход;

$d$  – диаметр трубы.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
2. Оформите результаты работы.

**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания.

**Критерии оценки:**

"Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний

"Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания

"Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания

"Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Практическое занятие № 8

### Расчет расхода методом переменного перепада давлений

#### Цель:

- изучение метод переменного перепада давления;
- получение практических навыков расчета расхода методом переменного перепада давлений.

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;

#### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

#### Задание:

Определить массовый расход воды, протекающей по трубопроводу с установленной диафрагмой, и погрешность определения расхода. Плотность воды определяется косвенным методом. Система измерения регистрируемых параметров ( $\Delta p$ ,  $p$ ,  $t$ ) состоит из первичных преобразователей – датчиков и вторичных показывающих приборов. Исходные данные с характеристиками системы измерения расхода и результатами измерений приведены в табл.

Исходные данные примера расчета расхода воды

Наименование и размерность параметра	Обозначение	Величина
Диаметр трубопровода при 20 °С, мм	$D_{20}$	200
Диаметр отверстия диафрагмы при 20 °С, мм	$d_{20}$	120
Давление воды перед диафрагмой (абсолютное), МПа	$p$	2
Температура воды, °С	$t$	75
Перепад давления на диафрагме, кПа	$\Delta p$	49

Наименование и размерность параметра	Обозначение	Величина
Тип диафрагмы	–	С угловым отбором $\Delta p$
Материал трубопровода	–	Сталь 20
Состояние внутренней поверхности трубопровода	–	Ржавая
Межповерочный интервал диафрагмы, год	$\tau_{п.п}$	3
Материал диафрагмы	–	12Х18Н9Т
Местное сопротивление перед диафрагмой	–	Задвижка
Длина прямолинейного участка трубопровода перед диафрагмой, м	$L_1$	2,7
Смещение оси диафрагмы относительно оси трубопровода, мм	$e_x$	1,5
Толщина диска диафрагмы, мм	$E_d$	5,5
Высота уступа на участке трубопровода перед диафрагмой (составной трубопровод), мм	$h$	3
Тип датчика измерения перепада давления на диафрагме	–	Метран-100-ДД-1422
Тип датчика абсолютного давления перед диафрагмой	–	Метран-100-ДА-1050
Тип датчика температуры воды	–	ТСМУ Метран-274
Тип показывающих приборов	–	Метран-620

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
2. Оформите результаты работы.

**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания.

**Критерии оценки:**

"Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний

"Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания

"Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания

"Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Практическое занятие № 9

### Расчет и выбор сужающего устройства

#### Цель:

- изучение метод переменного перепада давления;
- получение практических навыков расчета расхода методом переменного перепада давлений.

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

#### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

#### Задание:

Исходные данные:

Среда вода перегретая.

Расход пара  $Q_{\max}$  (кг/с) 0,6.

Расход пара  $Q_{\min}$  (кг/с) 0,2.

Давление воды до СУ ( $P_{\text{и}}$  кгс/см<sup>2</sup>) 15.

Внутренний диаметр трубопровода ( $D_{20}$ , мм) 50.

Барометрическое давление ( $P_{\text{б}}$  кгс/см<sup>2</sup>) 1,027.

Температура воды до СУ ( $t$ , °С) 170.

Материал трубопровода Сталь 20.

Материал диска 1X18Н10Т.

Определение недостающих данных.

Выбор типа СУ и дифманометра: ДК 4-50, Метран 350

Поправочный множитель на тепловое расширение материалов трубопровода и диска диафрагмы.

$$(K't)^2 = 0,9992; (Kt)^2 = 1,0002$$

Абсолютное давление среды:

$$P_{\text{а}} = P_{\text{и}} + P_{\text{б}}$$

$$P_{\text{а}} = 15 + 1,027 = 16,027 \text{ кгс/см}^2.$$

$$T_1 = 160\text{С}; P_1 = 13,5 \text{ кгс/см}^2; t_2 = 170\text{С}; P_2 = 16,5 \text{ кгс/см}^2.$$

Плотность воды при рабочих условиях  $P$  и  $T$ .

$$c_1 = 999,0 \text{ кг/м}^3; c_2 = 1000,3 \text{ кг/м}^3; c_3 = 996,5 \text{ кг/м}^3; c_4 = 997,8 \text{ кг/м}^3.$$

$$c'_1 = c_1 + (c_2 - c_1)(P_{\text{абс}} - P_1)/(P_2 - P_1).$$

$$c'1 = 1000,095 \text{ кг/м}^3.$$

$$c'2 = c3 + (c4 - c3) (P_{абс} - P1)/(P2 - P1).$$

$$c'2 = 997,7262 \text{ кг/м}^3.$$

$$c2 = c'1 + (c'2 - c'1)(t - t1)/(t2 - t1).$$

$$c2 = 998,9106 \text{ кг/м}^3.$$

Определение вспомогательной величины С:

$$C = \frac{Q_{м.пр}}{0,0125D^2 \sqrt{p}}$$

где  $Q_{м.пр}$  - верхний предел измерения дифманометра; 0,0125 - поправочный коэффициент; D - диаметр трубопровода, p - плотность воды.

$$C = 2,024388.$$

Определяем максимальное число Рейнольдса:

$$R_{max} = 1,2744 \frac{Q_{max} * p}{D * \mu},$$

где  $Q_{max}$  - максимальный предел измерения дифманометра, 1,2744 - поправочный коэффициент, D - диаметр трубопровода, p - плотность воды,  $\mu$  - динамическая вязкость,  $Re_{max} = 14892,56$

Определение минимального числа Рейнольдса:

$$R_{min} = 1,2744 \frac{Q_{min} * p}{D * \mu},$$

где  $Q_{min}$  - минимальный предел измерения дифманометра, 1,2744 - поправочный коэффициент, D - диаметр трубопровода, p - плотность воды,  $\mu$  - динамическая вязкость.

$$Re_{min} = 7446,279;$$

Определение коэффициента расхода:

$$\frac{1}{\sqrt{1 - m^2}} \left( \frac{10^6}{Re} \right)^{0,75}$$

$$b = (0,5959 + 0,0312 m1.05 - 0,184 m4 + 0,0029m1.25),$$

где m - относительная площадь диафрагмы, Re - число Рейнольдса.

$$b = 0,6236103.$$

Относительное отклонение :

$$\left( \frac{m\alpha}{C / \Delta P} - 1 \right) 100\%$$

= ,

где  $\alpha$  - предельный перепад давления.

$$= 0,08250475.$$

Оптимальный модуль равен  $m = 0,2134325$ .

Значение коэффициента шероховатости  $K_{ш} = 1,007019$ .

Расчет диаметра отверстия диафрагмы:

$$d20 =$$

$$\frac{D}{K_t} \sqrt{m}$$

где D - внутренний диаметр трубопровода,  $K_t$  - поправочный множитель на тепловое расширение материала СУ.

$$d20 = 23,10405 \text{ мм.}$$

Проверка относительного отклонения:

$$\text{Если величина } < 0,1, \text{ то расчет выполнен правильно: } = 0,08250475 < 0,1.$$

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
2. Оформите результаты работы.

**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания.

**Критерии оценки:**

"Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний

"Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания

"Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания

"Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Практическое занятие № 10

### Анализ средств измерения уровня сыпучих материалов

#### Цель:

- изучение средств измерения уровня сыпучих материалов
- производство анализа методов измерения уровня сыпучих материалов

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### *уметь:*

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

#### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

#### Задание:

Произвести сравнительный анализ существующих средств измерения сыпучих материалов. Сделать выводы.

#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
2. Оформите результаты работы.

#### Форма представления результата:

Выполнение индивидуального задания.

#### Критерии оценки:

- "Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний
- "Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания
- "Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания
- "Неудовлетворительно" - Задание не выполнено



## Лабораторное занятие №1.

### Поверка термопреобразователя сопротивления

#### Цель:

- изучение метода измерения температуры с помощью термопреобразователя сопротивления
- получение практических навыков работы с измерительными средствами
- производство поверки средства измерения температуры

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации;
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде;
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

#### Материальное обеспечение:

методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** Установка для поверки и градуировки датчиков температуры УПСТ-2М

#### Задание:

- 1 Произвести поверку термометра сопротивления.
- 2 Рассчитать его класс точности.

#### Краткие теоретические сведения:

Технические термометры сопротивления поверяют в следующем порядке:

- 1) внешний осмотр, выявление видимых повреждений как защитной арматуры, так и чувствительного элемента, удаленного из защитной арматуры;
- 2) измерение сопротивления изоляции мегомметром на 500 В. При этом клеммы чувствительного элемента соединяются накоротко;
- 3) проверка соотношения  $R_{100}/R_0$  путем сравнения проверяемого термометра  $R_N$  с контрольным термометром сопротивления  $R_1$  с помощью двойного моста, в котором контрольный термометр служит образцовым, а проверяемый — неизвестным сопротивлением.

Уравновешивание моста необходимо производить дважды: первый раз после помещения и выдержки контрольного и проверяемого термометров в течение 30 мин в тающем льде, второй раз - после помещения и выдержки обоих термометров в течение 30 мин в насыщенных парах кипящей воды. Так как температура 0 и 100 °С при этом методе не поддерживается с высокой точностью, то  $R_{100}$  и  $R_0$  не обязательно должны соответствовать табличным. Важно, чтобы значения отношения

$R_{100}/R_0$  были одинаковыми у контрольного и поверяемого термометров (ошибка должна составлять не более 0,02 %).

Измерение сопротивлений может производиться и с помощью потенциометрической установки. При этом измеряют падение напряжения на поверяемом и контрольном термометрах, соединенных последовательно.

Перед проверкой чувствительные элементы извлекают из защитной арматуры и помещают в стеклянные пробирки. Для устранения погрешности от саморазогрева термометров током измерительной схемы сила тока, проходящего через термометры, ограничивается  $R_p$  и не должна превышать 5мА.

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Подготовить установку для проверки.
- 2 Присоединить поверяемый и образцовый термометры к мосту.
- 3 Подать напряжение.
- 4 Произвести измерения показания термометров
- 5 Вычислить класс точности

**Форма представления результата:**

Отчет по лабораторной работе

**Критерии оценки:**

"Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний

"Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания

"Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания

"Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Лабораторное занятие №2.

### Поверка термоэлектрического преобразователя

#### Цель:

- изучение метода измерения температуры с помощью термоэлектрического преобразователя (термопары)
- получение практических навыков работы с измерительными средствами
- производство поверки средства измерения температуры

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации;
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде;
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

#### Материальное обеспечение:

методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** Установка для поверки и градуировки датчиков температуры УПСТ-2М

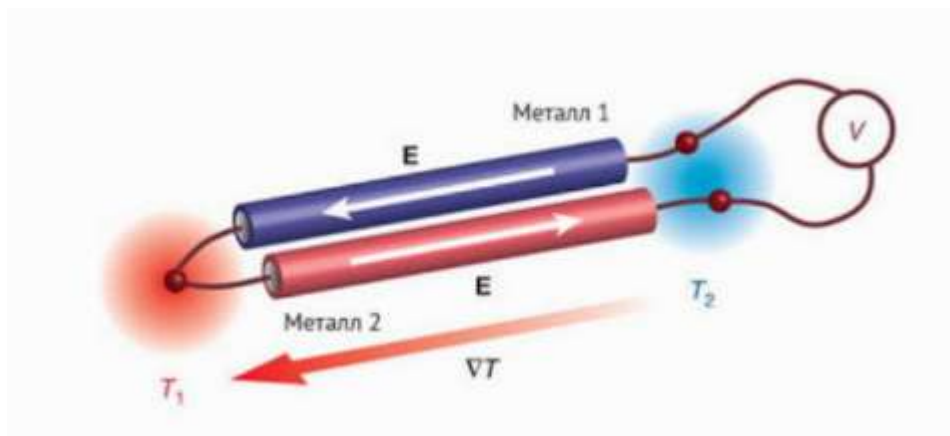
#### Задание:

- 1 Произвести поверку термоэлектрического преобразователя.
- 2 Рассчитать его класс точности.

#### Краткие теоретические сведения:

Термопарой, или термоэлектрическим преобразователем, называют устройство для измерения температуры, основой работы которого является термоэлектрический эффект.

Принцип действия термопары - термоэлектрический эффект, или эффект Зеебека. Явление это было открыто ученым в 1821 году и состоит в следующем: в замкнутой цепи из двух разнородных проводников возникает электродвижущая сила (термо-ЭДС), если места их соединения, или спаи, поддерживать при разной температуре. Эффект не возникает в случае использования однородных материалов, а также при одинаковых температурах спаев. Величина термоэлектродвижущей силы зависит от материала проводников и разницы температур контактов, направление тока в контуре - от того, температура какого спаия выше.



На практике в термопаре используют проводники из разных сплавов, они также называются термоэлектродами. Один спай, «горячий», выполняют сваркой или скручиванием и помещают в среду с измеряемой температурой; другой, «холодный», замыкается на контакты измерительного прибора или соединяется с устройством автоматического управления. В современных сложных термопарах используются цифровые преобразователи сигнала.

Термо-ЭДС возникает за счет разницы потенциалов между соединениями проводников при интенсивном нагреве или охлаждении горячего спае. Напряжение на холодном спае пропорционально зависит от температуры на горячем. При этом температура на холодном должна быть постоянной, иначе возникает большая погрешность измерений. Для высокой точности холодный контакт помещается в специальные камеры, где температура поддерживается на одном уровне.

#### **Порядок выполнения работы:**

- 1 Подготовить установку для поверки.
- 2 Подключить термопару образцовую и поверяемую к мультиметрам.
- 3 Подать напряжение на установку.
- 4 Произвести измерения показания термоэлектрических преобразователей.
- 5 Вычислить класс точности

#### **Форма представления результата:**

Отчет по лабораторной работе

#### **Критерии оценки:**

"Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний

"Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания

"Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания

"Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Лабораторное занятие № 3

### Сравнение методов измерения температуры

**Цель работы:** научиться производить измерение температуры с помощью различных средств измерения

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации

- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;

- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;

- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;

- Уо 01.05 составлять план действий;

- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);

- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;

- Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;

- Уо 04.03 эффективно работать в команде;

- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;

- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

**Оборудование:**

Установка «Методы измерения температуры»

**Задание:**

Измерить температуру различными способами, сравнить показания, рассчитать погрешность измерения.

**Порядок выполнения работы:**

1 Подготовить установку для работы.

3 Включить муфельную печь.

4 Произвести измерения показания различными средствами измерения температуры

5 Вычислить погрешность

**Форма представления результата:**

Отчет по лабораторной работе

**Критерии оценки:**

"Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний

"Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания

"Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания

"Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Лабораторное занятие № 4

### Калибровка трубчатого одновиткового манометра

**Цель работы:** научиться производить калибровку трубчатого одновиткового манометра

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде;
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

**Оборудование:**

Установка «Методы измерения давления»

**Задание:**

Произвести калибровку трубчатого одновиткового манометра

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Подготовить установку для работы.
- 3 Включить стенд.
- 4 Произвести калибровку трубчатого одновиткового манометра
- 5 зафиксировать результат работы в отчете

**Форма представления результата:**

Отчет по лабораторной работе

**Критерии оценки:**

- "Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний
- "Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания
- "Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания
- "Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Лабораторное занятие № 5

Определение функции преобразования манометрического преобразователя с универсальным токовым выходным сигналом

**Цель работы:** научиться определять функции преобразования манометрического преобразователя с универсальным токовым выходным сигналом

### Выполнив работу, Вы будете уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде;
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

### Оборудование:

Установка «Методы измерения давления»

### Задание:

Изучить манометрический преобразователь. Произвести измерения. Определить функции преобразования манометрического преобразователя с универсальным токовым выходным сигналом

### Порядок выполнения работы:

- 1 Подготовить установку для работы.
- 3 Включить стенд.
- 4 Произвести измерения
- 5 Зафиксировать результат работы в отчете

### Форма представления результата:

Отчет по лабораторной работе

### Критерии оценки:

- "Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний
- "Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания
- "Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания
- "Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Лабораторное занятие № 6

Измерение расхода методом перепада давлений на сужающем устройстве

**Цель работы:** научиться измерять расход методом перепада давлений на сужающем устройстве

### Выполнив работу, Вы будете

уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде;
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

### Оборудование:

Панель «САР соотношения расходов газа и воздуха»

### Задание:

Изучить способ измерения расхода методом переменного перепада давлений на диафрагме.

### Порядок выполнения работы:

- 1 Подготовить установку для работы.
- 3 Включить стенд.
- 4 Произвести измерения
- 5 Зафиксировать результат работы в отчете

### Форма представления результата:

Отчет по лабораторной работе

### Критерии оценки:

- "Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний
- "Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания
- "Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания
- "Неудовлетворительно" - Задание не выполнено



## Лабораторное занятие № 7

### Изучение работы сигнализатора уровня жидкости

**Цель работы:** ознакомиться с принципом работы сигнализаторов уровня жидкости

#### Выполнив работу, Вы будете

**уметь:**

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде;
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

#### Оборудование:

Комплект типового лабораторного оборудования «Основы автоматизации производства»;  
Лабораторный стенд «Автоматизация технологических процессов»;

#### Задание:

Ознакомиться с принципом работы сигнализаторов уровня жидкости. Произвести наладку работы сигнализаторов.

#### Порядок выполнения работы:

- 1 Подготовить установку для работы.
- 3 Включить стенд.
- 4 Произвести измерения
- 5 Зафиксировать результат работы в отчете

#### Форма представления результата:

Отчет по лабораторной работе

#### Критерии оценки:

- "Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний
- "Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания
- "Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания
- "Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Тема 1.2.

### Типовые элементы систем автоматического контроля состава и свойств веществ и их характеристики

#### Практическое занятие № 11

Изучение методик взятия проб газа на анализ

##### Цель:

- изучить методики взятия проб газа на анализ

##### Выполнив работу, Вы будете:

###### *уметь:*

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

##### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

##### Задание:

Произвести сравнительный анализ существующих методов взятия проб газа на анализ их состава

##### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
2. Оформите результаты работы.

##### Форма представления результата:

Выполнение индивидуального задания.

##### Критерии оценки:

- "Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний
- "Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания
- "Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания
- "Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Практическое занятие № 12

### Изучение работы газового хроматографа

#### Цель:

- изучить принцип работы газового хроматографа

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

#### Материальное обеспечение:

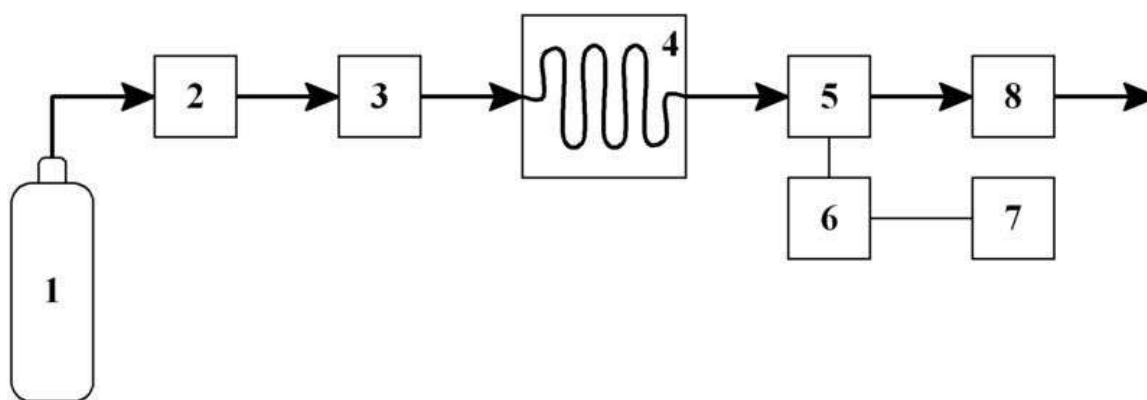
Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

#### Задание:

Изучить принцип работы газового хроматографа, состав устройства, технические характеристики. Изучить требования к газовой хроматографии.

Конструкция газового хроматографа включает в себя также расходомер, отвечающий за контроль расхода газа, и регистратор, который служит для построения хроматограммы. В качестве регистратора в современных приборах чаще всего используется ПК, реже — самописец.



- 1 — источник газа-носителя;
- 2 — регулятор расхода подвижной фазы;
- 3 — устройство ввода образца;

- 4 — колонка;  
 5 — детектор;  
 6 — электроусилитель;  
 7 — регистратор;  
 8 — расходомер.

Некоторые виды детекторов газовой хроматографии

Детектор	Принцип работы	Преимущества	Недостатки
Детектор по теплопроводности (катарометр)	основан на изменении сопротивления нагретой проволоки (W, Pt, Ni) мост Уинстона, 4 спирали с высоким термическим сопротивлением чем больше теплопроводность газа-носителя, тем больше чувствительность (очень высокую теплопроводность имеет водород, но его не используют ввиду взрывоопасности, а используют гелий)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ неdestructивный</li> <li>○ универсальный</li> <li>○ позволяет проводить анализ газов</li> <li>○ совместим с другими детекторами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ требуется газ высокой степени очистки – 99,999% (А)</li> <li>○ чувствителен к изменению скорости газа носителя (поэтому устанавливают постоянную скорость)</li> </ul>
<p>Для повышения чувствительности катарометра перед ним устанавливают <i>конвектор</i>.  <i>Углекислотный конвектор</i> — органические вещества сжигаются на оксиде меди II, и сигнал становится пропорционален количеству вещества и количеству атомов углерода.  <i>Водородный конвектор</i> – газом носителем выступает азот, органические вещества переводят в воду.  <i>Метановый конвектор</i> – газом носителем выступает водород.</p>			
Пламенно-ионизационный детектор	изменение сопротивления при сжигании образца деструктивный метод – водородное пламя сжигает вещество, образуются ионы, сила тока увеличивается, сопротивление уменьшается чувствительность пропорциональна числу атомов углерода (ацил	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ универсальный</li> <li>○ газ-носитель не дает сигнал</li> <li>○ низкий предел обнаружения</li> <li>○ линейный динамический диапазон шире, чем у катарометра</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ чувствителен к изменению скорости газа-носителя</li> <li>○ нельзя определять неорганические газы</li> </ul>

	катионы, СНО+)		
Термоионный детектор	стержень из соли щелочного металла эмиссия увеличивает ток	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ высокочувствителен к соединениям содержащим анионообразующие элементы (серу, мышьяк, фосфор, кислород, галогены)</li> <li>○ анализ гербицидов, пестицидов, удобрений</li> </ul>	
Электронно-захватный детектор (ECD)	захват медленных электронов электроотрицательными атомами в молекуле – доставление электронной оболочки элементов до октета убывание ионного тока	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ низкий предел обнаружения</li> <li>○ анализ галоген-, серо-, нитросодержащих соединений</li> <li>○ анализ экотоксикантов, лекарственных средств, взрывчатых веществ</li> </ul>	нечувствителен к углеводородам, спиртам
Гелиевый и аргоновый ионизационные детекторы	радиоактивный источник (тритий, стронций 90)	определение газов	
Термохимический детектор	каталитическое окисление вещества на поверхности платиновой нити измерение теплового эффекта сжигания используется воздух выделяющееся тепло повышает температуру нити (по аналогии с ПИД)	для горючих веществ	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ отравление катализатора – необходимо регулярно калибровать</li> <li>○ трудно предсказуемая зависимость величины сигнала от степени окисления атомов углерода</li> </ul>
<b>Масс-селективный (масс-спектрометрически)</b>	радиоактивный для соединений, содержащих галогены, нитро-группы		

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.

2. Оформите результаты работы.

**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания.

**Критерии оценки:**

"Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний

"Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания

"Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания

"Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Практическое занятие № 13

### Изучение работы магнитного газоанализатора

#### Цель:

- изучить принцип работы магнитного газоанализатора

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### *уметь:*

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

#### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

#### Задание:

Изучить принцип работы магнитного газоанализатора, состав устройства, технические характеристики. Изучить требования к эксплуатации.

#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
2. Оформите результаты работы.

#### Форма представления результата:

Выполнение индивидуального задания.

#### Критерии оценки:

- "Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний
- "Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания
- "Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания
- "Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Практическое занятие № 14

### Анализ методов определения плотности жидкости

#### Цель:

- изучить методы определения плотности жидкости

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

#### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

#### Задание:

Изучить процедуру определения плотности жидкости разными методами измерения.

Для определения плотности раствора вещества методом сравнения с плотностью воды собирают установку. Для этого готовят из стеклянных трубок два сообщающихся сосуда, закрепляют их на подставке, имеющей шкалу деления (если таковой нет, то можно воспользоваться вместо шкалы миллиметровой бумагой).

Соединяют два из четырех свободных конца трубок между собой через тройник. На третий сосок тройника надевают резиновую трубку достаточной длины. Конец этой трубки опускают в мензурку с водой.

В один из сообщающихся сосудов наливают некоторое количество дистиллированной воды. В другой - такое же количество исследуемого раствора. Свободный конец трубки вытаскивают из мензурки и фиксируют положение жидкостей в сообщающихся сосудах.

Снова опускают конец трубки в мензурку и снова фиксируют положение жидкостей в сообщающихся сосудах.

Находят разность высот столбов жидкостей и производят расчет, учитывая, что высота уровня жидкости обратно пропорциональна ее плотности.

Метод определения плотности жидкостей разной концентрации

Метод основан на определении плотности по измеренным в ходе эксперимента массе и объему растворов разной концентрации. Для опыта готовят навески вещества, например 5, 10, 15, 20г и т.д. Растворяют эти порции в достаточном для получения 100г раствора количестве воды. Расчет количества воды производят воспользовавшись формулой:

$$\rho(\text{растворенного в-ва}) = m(\text{растворенного в-ва}) / m(\text{раствора})$$

Измеряют объем получившихся растворов.

#### Порядок выполнения работы:



1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
2. Оформите результаты работы.

**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания.

**Критерии оценки:**

"Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний

"Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания

"Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания

"Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Практическое занятие № 15

### Определение влажности воздуха по психрометрической таблице

#### Цель:

- определить влажность воздуха по психрометрической таблице

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

#### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

#### Задание:

Определение влажность воздуха по психрометрической таблице

Основным методом измерения влажности воздуха при положительной температуре является психрометрический. Определение влажности осуществляется по показаниям двух термометров с точностью 0.1 градус Цельсия. Один термометр (сухой) измеряет температуру воздуха, а второй термометр (смоченный) обертывают смоченной тканью, таким образом он показывает свою собственную температуру, зависящую от интенсивности испарения воды с поверхности. Чем меньше водяного пара в воздухе, тем сильнее испарение с поверхности смоченного термометра, и тем ниже его показания. Собственно, такая система из двух термометров и называется психрометр.

Из разницы показаний температур определяется текущее давление водяного пара в воздухе по формуле

$$e = E - A(t - t_1)P,$$

где  $E$  — давление насыщения при температуре смоченного термометра,

$A$  — постоянная психрометра, принимаемая равной 0.0007947,

$P$  — атмосферное давление, принимается равным 1000 гПа

$t$  — показания сухого термометра

$t_1$  — показания смоченного термометра

И наконец, относительная влажность воздуха — это соотношение текущего давления к давлению насыщения при данной температуре воздуха

Для определения влажности воздуха пользуются специальным прибором, называемым психрометр. Его работа заключается в следующем. Два термометра показывают температуру сухого (комнатного воздуха) и влажного воздуха (второй термометр помещен во

влажную марлю). Разность температур между этими термометрами отражает влажность комнатного воздуха. Для определения величины относительной влажности воздуха используют психрометрическую таблицу, которая работает следующим образом:

1. в первом столбце находим температуру сухого термометра (в градусах Цельсия);
2. в первой строке находим разность температур между сухим и влажным термометром;
3. на пересечении найденных строк из первых двух пунктов будет указана относительная влажность воздуха для данных условий.

## ПСИХРОМЕТРИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА

Показания сухого термометра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометров, °С										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Относительная влажность, %											
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	-
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33

### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
2. Оформите результаты работы.

### Форма представления результата:

Выполнение индивидуального задания.

### Критерии оценки:

"Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний

"Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания

"Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания

"Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Лабораторное занятие № 8

Изучение и поверка газоанализатора для определения содержания кислорода в продуктах сгорания

**Цель работы:** ознакомиться с принципом газоанализатора, произвести поверку прибора.

### Выполнив работу, Вы будете

уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде;
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

### Оборудование:

Панель «Газовый анализ»;

### Задание:

Ознакомиться с принципом работы газоанализатора для определения содержания кислорода в продуктах сгорания. Произвести поверку прибора.

### Порядок выполнения работы:

- 1 Подготовить установку для работы.
- 3 Включить стенд.
- 4 Произвести измерения
- 5 Зафиксировать результат работы в отчете

### Форма представления результата:

Отчет по лабораторной работе

### Критерии оценки:

- "Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний
- "Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания
- "Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания
- "Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Лабораторное занятие № 9

Изучение работы сигнализатора содержания метана в воздухе

**Цель работы:** ознакомиться с принципом работы сигнализатора

**Выполнив работу, Вы будете**

**уметь:**

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде;
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

**Оборудование:**

Панель «Газовый анализ»;

**Задание:**

Ознакомиться с принципом сигнализатора содержания метана в воздухе. Произвести наладку прибора.

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Подготовить установку для работы.
- 3 Включить стенд.
- 4 Произвести измерения
- 5 Зафиксировать результат работы в отчете

**Форма представления результата:**

Отчет по лабораторной работе

**Критерии оценки:**

- "Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний
- "Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания
- "Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания
- "Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Тема: 1.3

### Типовые элементы систем автоматического контроля механических величин и их характеристики

#### Практическое занятие № 16

Анализ способов измерения массы материала в бункере или на транспортерной ленте

#### Цель:

- произвести анализ способов измерения массы материала в бункере или на транспортерной ленте

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

#### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

#### Задание:

Произвести анализ способов измерения массы материала в бункере или на транспортерной ленте по индивидуальному заданию.

#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
2. Оформите результаты работы.

#### Форма представления результата:

Выполнение индивидуального задания.

#### Критерии оценки:

- "Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний
- "Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания
- "Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания
- "Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Лабораторное занятие № 10

Экспериментальное определение характеристик срабатывания бесконтактных датчиков-выключателей

**Цель работы:** ознакомиться с принципом работы бесконтактных датчиков-выключателей

**Выполнив работу, Вы будете**

**уметь:**

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде;
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

**Оборудование:**

Комплект типового лабораторного оборудования «Основы автоматизации производства» ОАП1-С-Р

**Задание:**

Изучить принцип работы бесконтактного датчика – выключателя. Определить характеристики срабатывания датчика-выключателя.

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Подготовить установку для работы.
- 3 Включить стенд.
- 4 Произвести измерения
- 5 Зафиксировать результат работы в отчете

**Форма представления результата:**

Отчет по лабораторной работе

**Критерии оценки:**

- "Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний
- "Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания
- "Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания
- "Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Лабораторное занятие № 11

### Анализ работы аналогового датчика положения

**Цель работы:** ознакомиться с принципом работы бесконтактных датчиков-выключателей

#### **Выполнив работу, Вы будете**

**уметь:**

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде;
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

#### **Оборудование:**

Комплект типового лабораторного оборудования «Основы автоматизации производства» ОАП1-С-Р

#### **Задание:**

Изучить принцип работы аналогового датчика положения

#### **Порядок выполнения работы:**

- 1 Подготовить установку для работы.
- 3 Включить стенд.
- 4 Произвести измерения
- 5 Зафиксировать результат работы в отчете

#### **Форма представления результата:**

Отчет по лабораторной работе

#### **Критерии оценки:**

- "Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний
- "Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания
- "Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания
- "Неудовлетворительно" - Задание не выполнено



## Тема: 1.4

# Типовые элементы воздействия на процесс в системах автоматического управления и их характеристики

## Практическое занятие № 17

Изучение характеристик пускателя бесконтактного реверсивного

### Цель:

- изучить характеристики пускателя бесконтактного реверсивного

### Выполнив работу, Вы будете:

#### *уметь:*

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

### Задание:

Произвести анализ характеристик пускателя бесконтактного реверсивного.

### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
2. Оформите результаты работы.

### Форма представления результата:

Выполнение индивидуального задания.

### Критерии оценки:

- "Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний
- "Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания
- "Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания
- "Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Практическое занятие № 18

### Изучение расходных характеристик заслонок

#### **Цель:**

- изучить расходные характеристик заслонок

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

##### **уметь:**

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

#### **Материальное обеспечение:**

Методические указания по выполнению работы, индивидуальное задание.

**Оборудование:** не требуется

#### **Задание:**

Изучить расходных характеристик заслонок. Произвести выбор заслонки для заданного трубопровода.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомьтесь с заданием и выполните его.
2. Оформите результаты работы.

#### **Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания.

#### **Критерии оценки:**

"Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний

"Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания

"Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания

"Неудовлетворительно" - Задание не выполнено

## Лабораторное занятие № 12

Экспериментальное определение характеристик исполнительного механизма типа МЭО

**Цель работы:** ознакомиться с принципом работы механизма электронного однооборотного, определить его технические характеристики

### Выполнив работу, Вы будете

#### уметь:

- У 1.1.01 анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации
- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.03 определять этапы решения задачи;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.05 составлять план действий;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде;
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

### Оборудование:

Комплект типового лабораторного оборудования «Основы автоматизации производства» ОАП1-С-Р

### Задание:

Ознакомиться с принципом работы механизма электронного однооборотного, определить его технические характеристики

### Порядок выполнения работы:

- 1 Подготовить установку для работы.
- 3 Включить стенд.
- 4 Произвести измерения
- 5 Зафиксировать результат работы в отчете

### Форма представления результата:

Отчет по лабораторной работе

### Критерии оценки:

- "Отлично" - Задание выполнено полностью, без замечаний
- "Хорошо" - Задание выполнено полностью, но имеются несущественные замечания
- "Удовлетворительно" - Задание выполнено, но имеются существенные замечания, повлекшие к неверному решению задания
- "Неудовлетворительно" - Задание не выполнено