

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Контроль и управление техническими и технологическими системами

**Код модуля**  
1149998(1)

**Модуль**  
Методы моделирования и управления  
технологическими процессами ОМД

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Ерпалов Михаил Викторович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	обработки металлов давлением

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

**Авторы:**

- **Ерпалов Михаил Викторович, Доцент, обработки металлов давлением**

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Контроль и управление техническими и технологическими системами****

<b>1.</b>	<b>Объем дисциплины в зачетных единицах</b>	<b>6</b>	
<b>2.</b>	<b>Виды аудиторных занятий</b>	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
<b>3.</b>	<b>Промежуточная аттестация</b>	Зачет Экзамен	
<b>4.</b>	<b>Текущая аттестация</b>	Контрольная работа	4
		Домашняя работа	2

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Контроль и управление техническими и технологическими системами****

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>	<b>Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
ПК-30 -Способен разрабатывать технологические процессы по обработке металлов давлением и осуществлять контроль их выполнения. (Металлургия)	Д-1 - Демонстрировать высокий уровень самостоятельности при работе со специальной литературой и нормативной-технической документацией. Д-2 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление. З-4 - Классифицировать системы контроля и управления, принципы их действия, используемые при выполнении технологических процессов обработки металлов давлением. П-4 - Выполнять конструирование и упрощение	Домашняя работа № 2 Домашняя работа №1 Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Контрольная работа № 4 Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	логических функций систем управления процессами обработки металлов давлением на практических занятиях. У-4 - Выбирать системы контроля и управления технологическим процессом обработки металлов давлением на основе исходных данных.	
--	--	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 1</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>контрольная работа 1</i>	7,4	50
<i>контрольная работа 2</i>	7,10	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		

<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b> <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b> <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – не предусмотрено</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.6</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа 1</i>	8,5	50
<i>домашняя работа 2</i>	8,10	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.5</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–зачет</b> <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.5</b>		

<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.4</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа 1</i>	8,8	50
<i>контрольная работа 2</i>	8,14	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.

Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

#### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

## **5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля**

### **5.1.1. Лекции**

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

### **5.1.2. Практические/семинарские занятия**

Примерный перечень тем

1. Общие сведения об управлении техническими процессами и системами
2. Структурная и функциональная схемы управляемого объекта
3. Информация в системах контроля и управления
4. Статика и динамика управляемых объектов
5. Элементы цифровой автоматики

Примерные задания

1. Дайте определение понятиям типизация, унификация, агрегатирование.
  2. Какими средствами осуществлялась реализация типовых функций АСУ ТП в ГСП?
  3. Что такое унифицированный сигнал? Какие унифицированные сигналы получили распространение в последние годы?
  4. Что представляет собой агрегатный комплекс?
  5. Что представляет собой функциональная схема автоматизации?
  6. Какие сведения можно получить при прочтении функциональной схемы автоматизации?
  7. Какие способы могут быть применены при изображении элементов и средств автоматизации на функциональных схемах автоматизации?
  8. Какую последовательность рекомендуется соблюдать при чтении схем автоматизации?
- LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.1.3. Лабораторные занятия**

Примерный перечень тем

1. Первичные преобразователи информации — датчики (сенсоры)
2. Сигналы и информация
3. Помехи в информационных каналах. Характеристики каналов
4. Статика САР
5. Статика САР

LMS-платформа – не предусмотрена

## **5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля**

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### **Базовый**

#### **5.2.1. Контрольная работа № 1**

Примерный перечень тем

1. Аналоговое и цифровое представление информации



2. Системы управления технологическими процессами.

3. Определение системы. Связи. Структура

Примерные задания

Составляют таблицу состояний системы (табл. 2) и определяют эффективную надежность подсистемы по зависимости (4).

$$P_{\Sigma} = \sum_{j=1}^8 P_j \cdot E_j = 0,964 \cdot 1 + 2,7 \cdot 10^{-2} \cdot 0,9 + 6,7 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8 + \\ + 9,6 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5 + 1,9 \cdot 10^{-4} \cdot 0,7 + 2,7 \cdot 10^{-5} \cdot 0,4 + \\ + 6,8 \cdot 10^{-6} \cdot 0,3 + 1 \cdot 10^{-7} \cdot 0,2 = 0,994.$$

Таблица 2

Возможные состояния системы управления гидроприводом

№ п/п	Состояние системы	Расчетные формулы	
		$P_j$	$E_j$
1	ABC	$P_A \cdot P_B \cdot P_C = 0,964$	1
2	$AB\bar{C}$	$P_A \cdot P_B \cdot (1 - P_C) = 2,7 \cdot 10^{-2}$	$E_1 + E_2 + E_3 + E_4 = 0,9$
3	$A\bar{B}C$	$P_A \cdot (1 - P_B) \cdot P_C = 6 \cdot 10^{-3}$	$E_1 + E_3 + E_4 + E_5 = 0,8$
4	$\bar{A}BC$	$(1 - P_A) \cdot P_B \cdot P_C = 9,6 \cdot 10^{-4}$	$E_1 + E_2 + E_5 = 0,5$
5	$AB\bar{C}$	$P_A \cdot (1 - P_B) \cdot (1 - P_C) = 1,9 \cdot 10^{-4}$	$E_1 + E_3 + E_4 = 0,7$
6	$\bar{A}B\bar{C}$	$(1 - P_A) \cdot P_B \cdot (1 - P_C) = 2,7 \cdot 10^{-5}$	$E_1 + E_2 = 0,4$
7	$\bar{A}\bar{B}C$	$(1 - P_A) \cdot (1 - P_B) \cdot P_C = 6,8 \cdot 10^{-6}$	$E_1 + E_5 = 0,3$
8	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}$	$(1 - P_A) \cdot (1 - P_B) \cdot (1 - P_C) = 1 \cdot 10^{-7}$	$E_1 = 0,2$

Примечание: A – устройство исправно;  $\bar{A}$  – устройство неисправно

### 2.5. Задание к практическому занятию №1

В рамках решения терминальной задачи управления рассчитать надежность элементов и подсистем систем управления:

- робототехническим комплексом (рис. 3, схема а);
- устройством загрузки-выгрузки заготовок (рис. 3, схема б);
- гибким производственным модулем (рис. 4, схема в);

- автоматизированной транспортно-складской системой (АТСС) (рис. 4, схема г).

Вычертить блок-схему и проанализировать структуру выбранной подсистемы системы управления. Определить вероятность безотказной работы элементов и рассчитать функциональную надежность; составить таблицу возможных состояний и рассчитать эффективную надежность подсистемы, используя методику расчета, представленную в п. 2.4 настоящих методических указаний.

Коэффициенты готовности вспомогательных устройств:

$K_B = 0,8$ ;  $K_C = 0,85$ ;  $K_D = 0,9$ ;  $K_E = 0,95$ . Интенсивность отказов основного решающего устройства  $\lambda_A = 0,05 \cdot 10^{-6}$  ч. Время работы системы  $t = 1000$  ч. Возможные состояния подсистемы представлены в табл. 3; интенсивность отказов остальных вспомогательных устройств – в табл. 4. Блок-схему и другие исходные данные, согласно номеру варианта, выбрать по табл. 5.

23

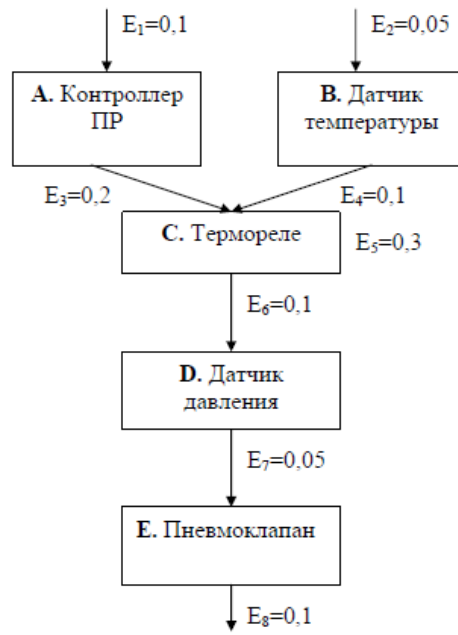


Схема а

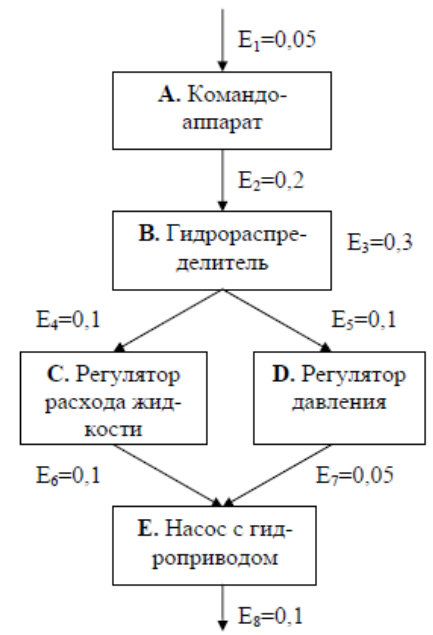


Схема б

Рис. 3 Варианты блок-схем подсистем

24

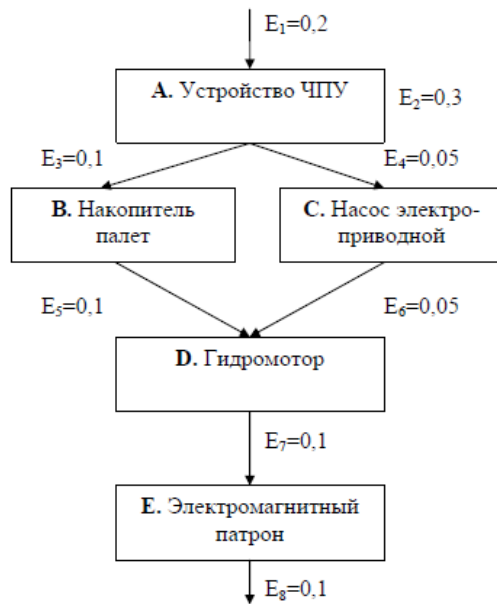


Схема в

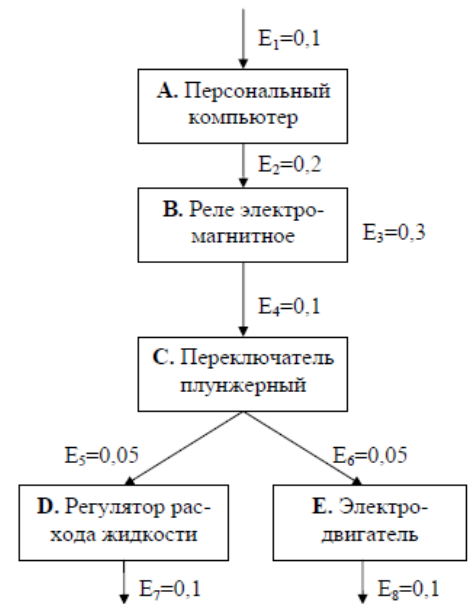


Схема г

Рис. 4. Варианты блок-схем подсистем

Таблица 3

## Возможные состояния системы

№	Состояние	№	Состояние	№	Состояние	№	Состояние
1	ABCDE	9	$\overline{A}BCDE$	17	$AB\overline{C}DE$	25	$\overline{A}BCDE$
2	$ABC\overline{D}E$	10	$\overline{A}BC\overline{D}E$	18	$AB\overline{C}\overline{D}E$	26	$\overline{A}BC\overline{D}E$
3	$ABCDE$	11	$AB\overline{C}DE$	19	$\overline{A}BCDE$	27	$\overline{A}BCDE$
4	$AB\overline{C}DE$	12	$\overline{A}BCDE$	20	$AB\overline{C}\overline{D}E$	28	$\overline{A}BC\overline{D}E$
5	$A\overline{B}CDE$	13	$\overline{A}BCDE$	21	$\overline{A}B\overline{C}DE$	29	$\overline{A}BCDE$
6	$\overline{A}BCDE$	14	$\overline{A}BCDE$	22	$\overline{A}BC\overline{D}E$	30	$\overline{A}BCDE$
7	$ABC\overline{D}E$	15	$\overline{A}BCDE$	23	$AB\overline{C}DE$	31	$\overline{A}BCDE$
8	$AB\overline{C}DE$	16	$\overline{A}BCDE$	24	$\overline{A}BCDE$	32	$\overline{A}BCDE$

Таблица 4

## Интенсивность отказов вспомогательных устройств

Наименование устройства	Интенсивность отказов $\lambda \times 10^{-6}, \text{ч}$		
	Максимальная (max)	Средняя (med)	Минимальная (min)
Датчики: - давления	6,60	3,50	1,70
- температуры	6,40	3,30	1,50
Патрон электромагнитный	3,73	2,60	1,47
Насосы: - с электроприводом	27,4	13,5	2,90
- с гидроприводом	45,0	14,0	6,40
Накопитель палет	31,5	12,5	3,33
Пневмоклапан	0,12	0,075	0,048
Регуляторы: - расхода жидкости	5,54	2,14	0,70
- давления	5,26	2,03	0,65
Гидрораспределитель	0,031	0,020	0,011
Гидромотор	0,091	0,040	0,020
Реле электромагнитное	0,50	0,11	0,03
Термореле	1,0	0,40	0,12
Муфта электромагнитная	0,93	0,60	0,45
Электродвигатель	0,58	0,30	0,11
Переключатель плунжерный	0,112	0,054	0,041

Таблица 5

## Исходные данные к практическому занятию №1

№ варианта	Схема (рис. 2, 3)	Интенсивность отказов вспомогательных устройств			
		Вспомогательные устройства			
		B	C	D	E
1	Схема а	min	med	max	min
2				max	med
3				max	max
4				min	min
5	Схема б	med	max	min	med
6				min	max
7				med	min
8				med	med
9	Схема в	max	min	med	max
10				max	min
11				max	med
12				max	max
13	Схема г	min	med	min	min
14				min	med
15				min	max
16				med	min
17	Схема а	min	med	max	med
18				max	max
19				max	min
20				min	med
21	Схема б	med	max	min	max
22				min	min
23				med	med
24				med	max
25	Схема в	max	min	med	min
26				max	med
27				max	max
28				max	min
29	Схема г	min	med	min	med
30				min	max
31				min	min
32				med	med

## 2.6. Контрольные вопросы

1. Дайте определение надежности.
2. Что такое функциональная надежность?
3. Что такое эффективная надежность?
4. Как рассчитывается вероятность безотказной работы?
5. Что такое средняя интенсивность отказов?
6. Что такое среднее время безотказной работы?
7. Что показывает коэффициент эффективности элемента?
8. Как соотносятся между собой интенсивность отказов и среднее время безотказной работы?
9. Что такое коэффициент готовности устройства?
10. Чем еще кроме надежности каждого блока и всей системы характеризуется сложная система?

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Элементы теории систем и моделирования
2. Определение системы. Связи. Структура
3. Системы управления технологическими процессами
4. Информация в системах контроля и управления
5. Аналоговое и цифровое представление информации

Примерные задания

1. Что такое параметры технологического процесса?
2. Что такое регулируемая величина?
3. Что такое регулируемый параметр?
4. Что называется мгновенным значением регулируемой величины?
5. Что называется измеренным значением регулируемой величины?
6. Что такое объект управления?
7. Дайте определение понятию «Управление» в рамках ТАУ.
8. Дайте определение понятию «Регулирование» в рамках ТАУ.
9. Что такое автоматическое управление?
10. Что такое автоматизированное управление?
11. Чем автоматическое управление отличается от автомати-

зированной?

12. Чем входное воздействие (X) отличается от выходного?

Как оба воздействия обозначаются в рамках ТАУ?

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Контрольная работа № 3

Примерный перечень тем

1. Системы автоматического управления
2. Каков принцип функционирования САУ
3. управляющее воздействие САУ
4. Модель системы автоматизированного управления

Примерные задания

1. Что такое исполнительное устройство в системе управления?
  2. Чем характеризуется возмущающее воздействие на систему?
  3. Что такое задающее воздействие?
  4. Что такое управляющее воздействие? Чем оно отличается от возмущающего?
  5. Для чего предназначено управляющее устройство?
  6. Что такое ошибка управления?
  7. Для чего предназначается регулятор в АСР?
  8. Дайте определение автоматической системе регулирования.
  9. Каков принцип функционирования одноконтурной автоматической системы регулирования?
  10. Что такое установившийся режим САУ?
  11. Постройте и охарактеризуйте модель системы автоматизированного управления.
  12. Что такое статическая характеристика элемента САУ?
  13. Что такое линейный статический элемент САУ?
  14. Для чего используют методы линеаризации?
  15. Опишите типовые виды входных сигналов.
  16. Дайте определения характеристикам: переходной, импульсной, частотной. Что в них общего?
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.4. Контрольная работа № 4

Примерный перечень тем

Примерные задания

В соответствии с заданием (по вариантам) упростить логическую функцию с применением карт Карно

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.5. Домашняя работа №1

Примерный перечень тем

1. Первичные преобразователи информации — датчики (сенсоры)
  2. Аналоговое и цифровое представление информации
  3. Сигналы и информация
- Примерные задания

**Тема: "Индуктивные датчики"**

**Цель работы:** определить индуктивность датчика.

**Краткие теоретические сведения.**

Индуктивные датчики преобразуют механическое перемещение в изменение параметров магнитной и электрической цепей. Принцип действия индуктивных датчиков основан на изменении индуктивности  $L$  или взаимной индуктивности  $M$  обмотки с сердечником вследствие изменения магнитного сопротивления  $R_M$  магнитной цепи, в которую входит сердечник.

1) последовательность преобразований:

$$F \rightarrow \delta_b \rightarrow R_M \rightarrow L \rightarrow X_L \rightarrow Z \rightarrow I,$$

где  $F$  — усилие;

.....  $\delta_b$  — длина воздушного зазора;

.....  $R_M$  — магнитное сопротивление;

.....  $L$  — индуктивность;

.....  $X_L$  — индуктивное сопротивление;

.....  $Z$  — полное сопротивление;

.....  $I$  — ток.

2) индуктивность датчика вычисляется по формуле:

$$L = (2/\delta_b) \mu \cdot n^2 \cdot S_M \cdot 10^{-7}$$

где  $L$  — индуктивность датчика, (Гн);

.....  $\delta_b$  — длина воздушного зазора;

.....  $n$  — число витков;

.....  $S_M$  — площадь поперечного сечения магнитопровода.

**Пример расчета:**

Исходные данные:

$$\delta_{b1} = 0,4 \text{ мм} = 0,0004 \text{ м} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м};$$

$$\delta_{b2} = 0,6 \text{ мм} = 0,0006 \text{ м} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ м};$$

$$\delta_{b3} = 0,8 \text{ мм} = 0,0008 \text{ м} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ м};$$

$$S_M = 40 \text{ мм}^2 = 0,00004 \text{ м}^2 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2;$$

$$n = 16000 \text{ витков.}$$

**Решение:**

$$L_1 = (2/0,0004) \cdot 3,14 \cdot 16000^2 \cdot 0,00004 \cdot 10^{-7} = 16,1 \text{ (Гн)}$$

$$L_2 = (2/0,0006) \cdot 3,14 \cdot 16000^2 \cdot 0,00004 \cdot 10^{-7} = 10,7 \text{ (Гн)}$$

$$L_3 = (2/0,0008) \cdot 3,14 \cdot 16000^2 \cdot 0,00004 \cdot 10^{-7} = 8 \text{ (Гн)}$$



## Тема №1.5 "Пьезоэлектрические датчики. Ультразвуковые датчики. Акустические и струнные датчики"

**Цель работы:** определить параметры пьезоэлектрического датчика.

**Краткие теоретические сведения:**

Пьезоэлектрические датчики относятся к датчикам генераторного типа, в которых входной величиной является сила, а выходной — количество электричества. Работа пьезодатчика основана на пьезоэффекте, сущность которого заключается в том, что на гранях некоторых кристаллов при их сжатии или растяжении появляются электрические заряды.

1) величина заряда:

$$q_x = K_o F_x,$$

где  $K_o$  — пьезоэлектрическая постоянная (модуль), (К/Н);

$F_x$  — усилие, направленное вдоль электрической оси, (Н).

2) емкость одной пластины:

$$C_o = 0,89 \frac{\epsilon_r * S_x}{d} = 0,89 \frac{\epsilon_r * \pi * D^2}{4d} = 0,89 \frac{\epsilon_r * \pi * a * b}{4d},$$

где  $C_o$  — емкость одной пластины, (пФ);

$\epsilon_r$  — относительная диэлектрическая проницаемость;

$D$  — диаметр пластины (диска);

$a$  и  $b$  — стороны пластины (прямоугольника);

$d$  — толщина пластины.

3) напряжение между обкладками:

$$U = \frac{10^{12} * n * q_x}{C_{вх} + nC_o} = \frac{q_x * 10^{12}}{C_{вх}/n + C_o},$$

где  $C_{вх}$  — емкость измеряемой цепи, (пФ);

$n$  — количество пластин.

4) чувствительность датчика:

$$S_d = \frac{U}{F_x}$$

где  $S_d$  — чувствительность датчика, (В/Н).

Пример расчета:	Решение:
Исходные данные: Материал — Кварц;	1) $q_x = 2,5 * 10^{-12} * 15 = 37,5 * 10^{-12} \text{ (к)}$ ;
$\epsilon_r = 4,5 * 10^{-11}$ ; $K_o = 2,5 * 10^{-12} \text{ К/Н}$ ;	2) $C_o = 0,89 \frac{4,5 * 10^{-11} * 3,14 * 10^{-4}}{4 * 10^{-3}} = 3,1 \text{ (пФ)}$ ;
$D = 1 \text{ см} = 1 * 10^{-2} \text{ м}$ ;	3) $U = \frac{37,5 * 10^{-12} * 10^{12}}{17/1 + 3,1} = 1,9 \text{ (В)}$ ;
$d = 1 \text{ мм} = 1 * 10^{-3} \text{ м}$ ;	4) $S_d = \frac{1,9}{15} = 0,12 \text{ (В/Н)}$ ;
$F_x = 15 \text{ Н}$ ;	
$C_{вх} = 17 \text{ пФ}$ ;	
$n = 1$ .	

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.6. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Выбор элементов и средств автоматизации
2. Анализ релейно-контактных схем автоматики
3. Измерительные преобразователи неэлектрических величин

Примерные задания

1. В чем различие между параметрическими и генераторными преобразователями?

2. Какие термопреобразователи вам известны? Опишите их конструкцию и принцип действия.
  3. Для измерения (контроля) каких величин могут применяться индуктивные и емкостные датчики? Опишите их конструкцию и принцип действия.
  4. Какие преобразователи применяются для измерения угловых перемещений? Что представляет собой электромагнитное реле? Какие конструкции ЭМР получили распространение?
  5. Какие типовые релейные схемы применяют в устройствах автоматики и телемеханики?
  6. Какие электрические методы образования реле времени на основе ЭМР вам известны?
  7. Какие методы логического синтеза дискретных устройств Вам известны? В чем они заключаются?
  8. Какие основные аксиомы, теоремы и тождества алгебры логики получили распространение?
  9. Какая последовательность действий рекомендуется при синтезе логических схем управления?
  10. Какие основные требования предъявляются к приборам и средствам автоматизации?
  11. Какой последовательностью действий необходимо руководствоваться при определении состава функциональной схемы?
  12. Какие критерии используют при выборе датчиков?
- LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

#### **5.3.1. Зачет**

Список примерных вопросов

1. Задачи автоматизации в области обработки металлов давлением
  2. Помехи при передаче и обработке информации. Виды помех
  3. Основные направления автоматизации в области обработки металлов давлением
  4. Безаппаратные способы повышения помехоустойчивости при передаче информации
  5. Управление и контроль. Виды контроля. ОУ. Контролируемый параметр. Обратная связь. Инерционность. Чувствительность
  6. Аппаратные способы повышения помехоустойчивости при передаче информации
  7. Помехи. Источники помех. Способы борьбы.
  8. ГОС. Информационное наполнение ГОС.
  9. Системы блокировки и защиты. Их основное отличие. Системы пуска и остановки
  10. Цифровой сигнал. Способы его кодирования
  11. Аналоговый сигнал. Способы его кодирования
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.3.2. Экзамен**

Список примерных вопросов

1. Системы пуска и остановки. Системы автоматической регистрации.
2. САР. САУ. АСУ ТП. Их основные отличия.

3. Структурная и функциональная схемы.
  4. Функциональная схема управления на примере САР
  5. САР. Классификация САР
  6. Понятие сигнал. Классификация сигналов по физическому носителю информации
  7. Объект как система. Четыре системообразующих свойства объекта как системы
  8. Математическая модель. Порядок моделирования.
  9. Статика САР
  10. Динамика САР
  11. Цифровая автоматика. Логическая переменная. Логическая функция. Конъюнкция. Дизъюнкция. Инверсия.
  12. ДНФ. КНФ. Элементарная конъюнкция . Элементарная дизъюнкция
  13. Представление информации в каналах связи. Способы кодирования в аналоговых и цифровых сигналах
  14. Теоретические основы цифровой автоматки
  15. Представление и упрощение логических функций
  16. Программируемые логические контроллеры .
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-30	Д-1 Д-2	Зачет Лабораторные занятия Практические/семинарские занятия Экзамен