

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ<sup>1</sup>**  
**по дисциплине**

**Элементы систем автоматики**

Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Электропривод и автоматика

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»</i>

Разработчик ФОС:

Старший преподаватель

\_\_\_\_\_ (должность, степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

Савельев Д.О.

\_\_\_\_\_ (ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

Заведующий кафедрой ЭПАПУ \_\_\_\_\_ Черный С.П.

<sup>1</sup> В данном документе представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-1 Способен проводить обследование оборудования объектов профессиональной деятельности	<p>ПК-1.1 Знает методики определения характеристик оборудования при различных режимах работы</p> <p>ПК-1.2 Умеет определять параметры оборудования при различных режимах работы согласно требованиям технического задания</p> <p>ПК-1.3 Владеет навыками составления отчета по результатам выполненного обследования оборудования</p>	<p>Знать состав комплекса технических средств для автоматизированных систем управления технологическими процессами</p> <p>Уметь определять принципиальные решения по составу и размещению электрооборудования, кинематическим схемам, датчикам и приборам технологического контроля, системам регулирования и автоматизации, связям с другими системами</p> <p>Владеть навыками разработки пояснительной записки проектной документации технологических решений для систем с электроприводом</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1	ПК-1	Тест	Правильность выполнения задания
Разделы 2-4	ПК-1	Задачи к экзамену	Полнота и правильность решения задач
Разделы 2,4	ПК-1	Лабораторные работы	Аргументированность ответов
Разделы 3,4	ПК-1	Практические занятия	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 1-4	ПК-1	Экзамен	Полнота и правильность ответов на вопросы
Разделы 2,4	ПК-1	Расчетно-графическая работа	Полнота и правильность выполнения задания

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

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

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме Экзамен</i>				
1	Тест	в течение семестра	9 баллов	9 баллов – 81-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 6 баллов – 61-80 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 3 балла – 41-60 % правильных ответов – средний уровень знаний; 0 баллов – 0-40 % правильных ответов – очень низкий уровень знаний
2	Лабораторная работа №1	в течение семестра	3 балла	3 балла – студент показал отличные знания, умения и навыки при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент показал хорошие знания, умения и навыки при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 1 балл – студент показал удовлетворительное владение знаниями, умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения знаниями, умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного
3	Лабораторная работа №5	в течение семестра	3 балла	
4	Лабораторная работа №6	в течение семестра	3 балла	
5	Лабораторная работа №7	в течение семестра	3 балла	
6	Практическое занятие 1	в течение семестра	3 балла	
7	Практическое занятие 2	в течение семестра	3 балла	
8	Практическое занятие 3	в течение семестра	3 балла	
	Практическое занятие 4	в течение семестра	3 балла	
9	Выполнение РГР	в течение семестра	3 балла	

	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Сроки выполнения</b>	<b>Шкала оценивания</b>	<b>Критерии оценивания</b>
	Текущий контроль:	-	36 баллов	-
10	Контрольный вопрос к экзамену	во время сессии	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные знания в ответе на контрольный вопрос. 4 балла – студент показал хорошие знания в ответе на контрольный вопрос. 3 балла – студент показал удовлетворительные знания в ответе на контрольный вопрос. 0 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения знаниями в ответе на контрольный вопрос.
11	Задачи к экзамену	во время сессии	5 баллов	5 баллов - студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. 4 балла - студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 3 баллов - студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. 0 баллов - при выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
	Промежуточная аттестация	-	10 баллов	-
	<b>ИТОГО:</b>	-	46 баллов	-
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недо-				

	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Сроки выполнения</b>	<b>Шкала оценивания</b>	<b>Критерии оценивания</b>
	статочный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)			

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

#### **3.1 Задания для текущего контроля успеваемости**

##### **Тестовые вопросы**

###### **Раздел 1 «Классификация элементов систем автоматики и их основные характеристики»**

1. Что называется элементом систем автоматики:
  - а) любое устройство автоматической системы;
  - б) конструктивно законченное устройство автоматической системы, выполняющее управляющие функции;
  - в) конструктивно законченное устройство;
  - г) конструктивно законченное устройство, не выполняющее управляющих функций.
  
2. По какому основному параметру отличаются силовые элементы систем автоматики от управляющих элементов:
  - а) по размерам и весу;
  - б) по производительности преобразования и обработки входной информации;
  - в) по величине энергии, протекающей через элемент;
  - г) по области применения.
  
3. По какому основному параметру отличаются управляющие элементы систем автоматики от силовых элементов:
  - а) по способу преобразования входной информации элементом;
  - б) по габаритам и весу;
  - в) по величине энергии, протекающей через элемент;
  - д) по назначению.
  
4. Какие бывают элементы систем автоматики
  - а) только электрические
  - б) только гидравлические и пневматические
  - в) только электромеханические
  - г) любые из вышеперечисленных
  
5. Какой элемент системы автоматики можно отнести к силовым:
  - а) датчик тока;
  - б) датчик напряжения;
  - в) управляемый выпрямитель;

- г) аналогово-цифровой преобразователь.
6. Характеристика управления элемента системы автоматики связывает ...
- а) входную координату элемента и возмущающее воздействие
  - б) выходную и входную координаты элемента систем автоматики
  - в) выходную координату элемента и возмущающее воздействие
  - г) входную координату элемента и текущее время
7. Характеристикой управления элемента системы автоматики называется зависимость между ...
- а) выходной координатой элемента и текущим временем
  - б) входной координатой элемента и текущим временем
  - в) выходной и входной координатами элемента при неизменном возмущающем воздействии
  - г) выходной координатой элемента и возмущающим воздействием
8. Внешняя (нагрузочная) характеристика элемента системы автоматики связывает ...
- а) входную координату элемента и возмущающее воздействие
  - б) выходную и входную координаты элемента систем автоматики
  - в) выходную координату элемента и возмущающее воздействие при неизменной входной координате
  - г) входную координату элемента и текущее время
9. Внешней (нагрузочной) характеристикой управления элемента системы автоматики называется зависимость между ...
- а) выходной и входной координатами элемента систем автоматики
  - б) выходной и входной координатами элемента систем автоматики при неизменном возмущающем воздействии
  - в) возмущающим воздействием и текущим временем
  - г) возмущающим воздействием и входной координатой элемента системы автоматики
10. С помощью каких характеристик элемента системы автоматики можно оценить его динамические свойства:
- а) характеристики управления;
  - б) внешней (нагрузочной) характеристики;
  - в) переходных характеристик;
  - г) передаточных функций элемента.
11. Что является наиболее полным математическим описанием процессов, протекающих в любых элементах систем автоматики:
- а) характеристики управления и внешние (нагрузочные) характеристики элемента;
  - б) переходные характеристики элемента;
  - в) передаточные функции элемента;
  - г) составленная для элемента система уравнений, в общем случае алгебраических и дифференциальных, линейных и нелинейных, описывающая взаимосвязь между входными координатами, выходными координатами и возмущающими воздействиями.

### **Защита лабораторных работ**

*Лабораторная работа №1 . Исследование однофазного двухполупериодного управляемого выпрямителя*

1. В чем основные недостатки однофазного двухполупериодного управляемого выпрямителя.
2. На каких полупроводниковых приборах может быть выполнена схема управляемого выпрямителя.
3. Чем определяется наклон внешних характеристик управляемых выпрямителей.
4. От каких параметров зависит форма регулировочной характеристики выпрямителя.

*Лабораторная работа №5. Изучение схем и характеристик интегрирующего задатчика интенсивности*

1. Как повлияет на работу задатчика интенсивности исчезновение входного напряжения  $u_{вх}$  в процессе нарастания выходного напряжения.
2. Как отразится на работе задатчика уменьшение сопротивления обратной связи  $R5$ .
3. На основе каких основных узлов может быть реализован однократно интегрирующий задатчик интенсивности?
4. В каких автоматических системах применяются однократно интегрирующие задатчики интенсивности.

*Лабораторная работа №6. Изучение характеристик и схемы двукратно интегрирующего задатчика интенсивности*

1. Почему в схемах электроприводов скоростных лифтов целесообразно использование двукратно интегрирующих задатчиков интенсивности.
2. Как по заданным значениям  $a_{доп}$ ,  $\rho_{доп}$ ,  $v_{ном}$  рассчитать зависимости движения кабины  $v(t)$ ,  $a(t)$ ,  $\rho(t)$ , соответствующие рекомендуемой для скоростных лифтов тахограмме.
3. Как по заданным значениям  $a_{доп}$ ,  $\rho_{доп}$ ,  $v_{ном}$  рассчитать номиналы элементов принципиальной схемы задатчика интенсивности, реализующего рекомендуемую тахограмму.
4. Какие типовые звенья должны входить в состав структурной схемы задатчика интенсивности.

*Лабораторная работа №7. Изучение структурных схем и переходных характеристик промышленных автоматических регуляторов*

1. Что является выходной переменной рассматриваемых промышленных регуляторов?
2. Почему при использовании промышленных регуляторов возможна лишь достаточно приближенная реализация типовых законов регулирования?
3. На основе каких основных узлов может быть реализован промышленный регулятор?
4. Что такое балластные постоянные времени промышленных регуляторов?

### **Практические задания**

*Практическое задание 1. Изучение работы и характеристик гидравлических цилиндров.*  
Цель задания: Изучить работу гидравлических цилиндров, их основные типы и методики расчета их основных характеристик.

*Практическое задание 2. Изучение работы и характеристик пневматических цилиндров*  
Цель задания: Изучить работу пневматических цилиндров, их основные типы и методики расчета их основных характеристик.

**Практическое задание 3** *Условные обозначения различных электропневматических и пневматических элементов на принципиальных схемах*

Цель задания: Изучить условные обозначения различных электропневматических и пневматических элементов на принципиальных схемах

**Практическое задание 4.** *Условные обозначения различных электрогидравлических и гидравлических элементов на принципиальных схемах*

Цель задания: Изучить словные обозначения различных электрогидравлических и гидравлических элементов на принципиальных схемах

## **Расчетно-графическая работа** **Расчет параметров и характеристик силовых и управляющих элементов систем автоматизации**

### *Задача 1*

Расчет параметров и характеристик реверсивных управляемых выпрямителей

Для реверсивной встречно-параллельной схемы управляемого тиристорного выпрямителя, работающего на активно-индуктивную нагрузку, рассчитать: среднее значение тока вентиля; действующее значение фазного тока первичных и вторичных обмоток силового трансформатора; действующее значение фазной ЭДС вторичных обмоток силового трансформатора; максимальное напряжение на вентиле; типовую мощность силового трансформатора.

Для заданного угла управления тиристорами одной из вентильных групп построить кривые: мгновенных значений токов вентиля и одной из фаз вторичной и первичной обмоток силового трансформатора; выпрямленной ЭДС на выходных зажимах выпрямителя, к которым подключается цепочка из последовательно включенных индуктивности и активного сопротивления нагрузки; выпрямленного тока нагрузки.

На этом же рисунке указать передний фронт импульса управления одним из тиристоров и построить кривую опорного напряжения для одного из каналов системы импульсно-фазового управления тиристорами.

Для пяти произвольных значений угла управления тиристорами одной из вентильных групп, охватывающих области выпрямительного и инверторного режимов, построить внешние характеристики выпрямителя.

Для трёх произвольных значений тока нагрузки, не превышающих двукратное номинальное среднее значение выпрямленного тока, построить характеристики управления силовой части выпрямителя. В числе этих характеристик должна быть и регулировочная характеристика выпрямителя, то есть характеристика управления силовой частью на холостом ходу, когда ток нагрузки равен нулю. Построить характеристику управления всего управляемого выпрямителя с учётом формы опорного напряжения системы импульсно-фазового управления тиристорами и необходимости ограничения максимального угла управления вентильной группой, работающей в инверторном режиме, значением  $17\pi/18$ . Данную характеристику строить для режима холостого хода выпрямителя.

Записать формулу передаточной функции выпрямителя по управляющему воздействию и рассчитать значения входящих в нее коэффициента усиления и постоянной времени, полагая, что система управления преобразователем безынерционна и сигнал управления меняется в "малом".

Для случая отдельного управления вентильными комплектами описать логику отдельного управления вентильными комплектами, на основании которой разработать логическое переключающее устройство.

Вариант задания выбирается из табл.1 и 2 в соответствии с предпоследней и последней цифрами номера зачетной книжки.

При указанных выше построениях считать, что коммутация тиристоров протекает мгновенно. Считать, что ток нагрузки идеально сглажен, индуктивное сопротивление нагрузки стремится к бесконечности (режим с источником тока в цепи нагрузки).

Таблица 1



Предпоследняя цифра номера зачетной книжки	Силовая схема	Управление вентиляльными группами	Форма опорного напряжения
0	Шестифазная нулевая	Раздельное	Пилообразное
1	Трехфазная мостовая	Раздельное	Косинусоидальное
2	Шестифазная нулевая	Совместное	Пилообразное
3	Однофазная мостовая	Раздельное	Косинусоидальное
4	Шестифазная нулевая	Раздельное	Косинусоидальное
5	Трехфазная мостовая	Раздельное	Пилообразное
6	Трехфазная нулевая	Совместное	Пилообразное
7	Однофазная нулевая	Совместное	Косинусоидальное
8	Трехфазная мостовая	Совместное	Косинусоидальное
9	Однофазная нулевая	Раздельное	Пилообразное

Таблица 2

Последняя цифра номера зачетной книжки	$U_{om}$ В	$E_1$ В	$E_{дн}$ В	$R_d$ Ом	$L_\phi$ Гн	$\alpha$ рад
0	12	380	110	1,00	0,0015	$\pi/9$
1	10	220	60	2,00	0,0010	$\pi/5$
2	15	380	440	2,00	0,0009	$\pi/4$
3	12	220	220	0,50	0,0070	$2\pi/9$
4	12	110	60	0,80	0,0011	$5\pi/12$
5	10	220	440	2,50	0,0012	$\pi/10$
6	15	380	110	0,25	0,0014	$3\pi/10$
7	12	110	110	1,50	0,0017	$\pi/3$
8	10	110	220	0,75	0,0005	$4\pi/12$
9	15	220	110	1,20	0,0011	$\pi/18$

Частота напряжения питающей сети 50 Гц, длина рабочего линейного участка пилообразного опорного напряжения равна  $\pi$  рад.

В табл. 2 приняты обозначения:

$U_{om}$  - амплитуда опорного напряжения системы управления;

$E_1$  - действующее значение линейной ЭДС питающей сети;

$E_{дн}$  - номинальное среднее значение выпрямленной ЭДС (среднее значение выпрямленного напряжения на выходе выпрямителя при угле управления одной из вентиляльных групп, равном  $\pi/18$ , и отсутствии тока нагрузки);

$R_d$  - активное сопротивление нагрузки;

$L_\phi$  - приведенная к цепи выпрямленного тока индуктивность рассеяния фазы силового трансформатора;

$\alpha$  - угол управления тиристорами одной из вентиляльных групп, для которого строятся диаграммы мгновенных значений токов и напряжений на элементах схемы выпрямителя.

## Задача 2

Синтез по заданным параметрам схем регуляторов и корректирующих звеньев на основе операционных усилителей

Для указанной в табл.1 передаточной функции  $W(p) = U_{вых}(p)/U_{вх}(p)$ , где  $U_{вых}(p)$ ,  $U_{вх}(p)$  - изображения по Лапласу входной и выходной координат, привести упрощенную принципиальную схему звена, реализующего эту функцию, полагая, что оно выполнено на основе одного или нескольких операционных усилителей. Рассчитать значения активных и реактивных сопротивлений во входных цепях и цепях обратной связи операционных усилителей, при которых будут получены параметры указанной в задании передаточной функции.

Вид передаточной функции и ее параметры выбираются из табл. 1 в соответствии с предпоследней и последней цифрами номера зачетной книжки.

Таблица 1

Предпоследняя цифра номера зачетной книжки	Передаточная функция $W(p)$	Последняя цифра номера зачетной книжки	Коэффициент $k$	Постоянная времени $T_1$ , с	Постоянная времени $T_2$ , с
0	$k(T_1p+1)+1/(T_2p+1)$	0	1,25	0,01	0,05
1	$k+T_1p$	1	5,50	0,02	0,10
2	$k+T_1p+1/(T_2p)$	2	7,80	0,10	0,15
3	$k/(T_1p+1)$	3	0,50	0,20	0,30
4	$k+1/(T_1p)$	4	0,20	0,25	0,35
5	$k/[(T_1p+1)(T_2p+1)]$	5	9,60	0,40	0,20
6	$k+1/(T_1p+1)$	6	13,00	0,10	0,15
7	$k(T_1p+1)/(T_2p+1)$	7	6,60	0,70	0,33
8	$1/(T_1p)+k/(T_2p+1)$	8	0,80	0,05	0,25
9	$k/[T_1p(T_2p+1)]$	9	10,00	0,44	0,23

### 3.2 Задания для промежуточной аттестации

#### Контрольные вопросы к экзамену

- 1 Понятие элемента системы автоматики и классификация элементов.
- 2 Математическое описание элементов систем автоматики, их основные координаты и основные характеристики.
- 3 Генератор постоянного тока независимого возбуждения, его схема, принцип действия, характеристика управления, переходная характеристика, внешние характеристики и передаточная функция.
- 4 Электромашинный усилитель поперечного поля, его схема, принцип действия, характеристика управления, внешние характеристики и передаточная функция.
- 5 Магнитные усилители с выходом на постоянном токе, их схемы, принцип действия, характеристика управления, внешние характеристики и передаточная функция.
- 6 Управляемые выпрямители, их достоинства и недостатки, принцип действия, функциональная схема и основные ее координаты, регулировочные характеристики  $p$ -пульсных выпрямителей.

7 Силовые схемы нереверсивных управляемых выпрямителей, расчет параметров их основных силовых элементов, понятие о процессе коммутации вентилей, сравнительный анализ схем по основным техническим показателям.

8 Основные принципы управления вентилями выпрямителей, функциональная схема канала системы импульсно-фазового управления вертикального типа, синхронизация опорных напряжений системы управления с питающей сетью, распределение импульсов управления по тиристорам.

9 Построение реверсивных схем управляемых выпрямителей, способы совместного и отдельного управления вентильными комплектами выпрямителей и их достоинства и недостатки.

10 Функциональные схемы выпрямителей с совместным и отдельным управлением, входные и выходные координаты реверсивных выпрямителей с совместным и отдельным управлением, назначение логического переключающего устройства.

11 Статические характеристики управляемых выпрямителей при косинусоидальной и пилообразной форме опорных напряжений системы импульсно-фазового управления.

12 Динамические характеристики управляемых выпрямителей, передаточные функции управляемых выпрямителей.

13 Широтно-импульсные преобразователи, их достоинства и недостатки, принцип действия, функциональная схема и ее основные координаты.

14 Силовые схемы транзисторных широтно-импульсных преобразователей, способы симметричной и несимметричной коммутации силовых ключей реверсивных широтно-импульсных преобразователей, достоинства и недостатки этих способов.

15 Внешние характеристики широтно-импульсных преобразователей, характеристика управления реверсивного широтно-импульсного преобразователя, передаточные функции широтно-импульсных преобразователей.

16 Трехфазный преобразователь частоты с автономным инвертором, его принцип действия, функциональная схема и ее основные координаты, достоинства и недостатки преобразователей частоты на основе автономных инверторов напряжения и на основе автономных инверторов тока.

17 Силовая транзисторная схема трехфазного преобразователя частоты на основе автономного инвертора напряжения.

18 Гармонический состав выходных координат преобразователей частоты на основе автономных инверторов, улучшение гармонического состава путем широтно-импульсной модуляции выходных координат, передаточные функции преобразователей частоты с промежуточным звеном постоянного тока.

19 Преобразователи частоты с непосредственной связью с питающей сетью, их принцип действия, достоинства и недостатки, функциональная схема и ее основные координаты.

20 Силовые схемы нулевых и мостовых преобразователей частоты с непосредственной связью с питающей сетью, их достоинства и недостатки, управление вентилями преобразователей частоты с непосредственной связью, характеристики управления и динамические характеристики преобразователей частоты с непосредственной связью.

21 Электрические двигатели постоянного тока независимого возбуждения, их принцип действия и схема, достоинства и недостатки, входные и выходные координаты.

22 Структурные схемы двигателя постоянного тока независимого возбуждения, передаточная функция двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

23 Двухфазные асинхронные двигатели, их принцип действия и силовая схема, достоинства и недостатки, механические и динамические характеристики двигателя при амплитудном регулировании скорости.

24 Трехфазные асинхронные двигатели, их принцип действия и силовая схема, достоинства и недостатки, основные способы регулирования скорости и соответствующие

им механические характеристики, динамические характеристики и линеаризованная структурная схема при частотном управлении

25 Операционный усилитель, функциональная схема усилителя и ее основные координаты, схемы включения операционных усилителей по прямому и инверсному входу и расчет коэффициентов усиления в этих схемах.

26 Общие принципы построения регуляторов на основе операционных усилителей, схемы пропорционального, интегрального, пропорционально-интегрального, пропорционально-дифференциального, пропорционально-интегрально-дифференциального регуляторов и расчет параметров их схем

27 Задатчики интенсивности, их назначение и принцип действия, схемы однократно интегрирующих задатчиков интенсивности, расчет параметров их основных элементов, переходные характеристики однократно интегрирующих задатчиков интенсивности.

28 Фазовые детекторы, их назначение, входные и выходная координаты, принцип действия, расчетная схема, амплитудный и фазовый режим работы фазовых детекторов и характеристики управления в этих режимах.

29 Цифроаналоговые преобразователи, их назначение, принцип действия, схема, входная и выходная координаты, характеристика управления.

30 Аналого-цифровые преобразователи, их назначение, принцип действия, функциональная схема, входная и выходная координаты, характеристика управления.

31 Датчики угла на основе сельсинов, принцип действия сельсина и его входная и выходные координаты, амплитудный и фазовый режим работы сельсина и характеристики управления в этих режимах.

32 Датчик угла рассогласования на сельсинах, его работа и характеристика управления.

33 Цифровой датчик угла на основе кодового диска, его работа и характеристика управления.

34 Тахогенератор постоянного тока, его принцип действия и схема, входная и выходная координаты, характеристика управления, передаточная функция тахогенератора с выходным фильтром.

35 Асинхронный тахогенератор, его принцип действия и схема, входная и выходные координаты, характеристики управления.

36 Цифровой датчик скорости, его структурная схема, входная и выходная координаты, принцип действия реверсивного цифрового датчика скорости на основе фотоэлектрического датчика импульсов, способы формирования выходного цифрового кода.

37 Датчики тока и датчики напряжения, их входные и выходные координаты, функциональные схемы и принцип действия, характеристики управления.

38. Достоинства, недостатки и области применения электрогидравлических элементов систем автоматики.

39. Достоинства, недостатки и области применения электропневматических элементов систем автоматики.

40. Физические основы работы пневматических систем.

41. Физические основы работы гидравлических систем.

42. Условные обозначения на принципиальных схемах пневматических систем.

43. Условные обозначения на принципиальных схемах гидравлических систем.

44. Гидравлические двигатели, их работа, устройство и расчет основных характеристик.

45. Пневматические двигатели, их работа, устройство и расчет основных характеристик.

47. Гидравлические цилиндры, их работа, устройство и расчет основных характеристик.

48. Пневматические цилиндры, их работа, устройство и расчет основных характеристик.

49. Электропневматические распределители, их работа, устройство и способы управления ими.
50. Электрогидравлические распределители, их работа, устройство и способы управления ими.
51. Гидравлические и пневматические клапаны, их виды, устройство и работа.
52. Гидравлические и пневматические дроссели и регуляторы, их устройство, работа и расчет основных параметров.

### Типовые экзаменационные задачи

*Задача 1.* Воздух при нормальном атмосферном давлении  $p_1 = 1,013$  бар, занимающий первоначальный объем  $V_1 = 2000$  л, сжимается при постоянстве температуры (изотермически) до объема  $V_2 = 300$  л. Определить давление воздуха  $p_2$  после сжатия.

*Задача 2.* Воздух при нормальном атмосферном давлении  $p_1 = 1,013$  бар и температуре  $t_1 = 22$  °С, занимающий первоначальный объем  $V_1 = 2000$  л, сжимается, сжимается при постоянстве давления (изобарически) до объема  $V_2 = 1500$  л. Какой должна быть температура  $t_2$  после сжатия, чтобы процесс сжатия был изобарическим.

*Задача 3.* Воздух фиксированного объема и фиксированной массы при давлении  $p_1 = 1,013$  бар и температуре  $t_1 = 22$  °С нагревается без изменения объема (изохорически) до температуры  $t_2 = 80$  °С. Какое будет давление воздуха  $p_2$  в конце нагрева.

*Задача 4.* Воздух при нормальном атмосферном давлении  $p_1 = 1,013$  бар, занимающий первоначальный объем  $V_1 = 2000$  л, сжимается без теплообмена с окружающей средой (адиабатически) до объема  $V_2 = 300$  л. Для воздуха показатель адиабаты  $k = 1,4$ . Определить давление воздуха  $p_2$  после сжатия.

*Задача 5.* В процессе подготовки рабочего воздуха для пневматической системы атмосферный воздух в объеме  $V_1 = 20$  м<sup>3</sup> и давлении  $p_1 = 1,013$  бар при температуре 20 °С и относительной влажности 70 % сжимается до избыточного давления  $p_2 = 8$  бар. Температура при сжатии поддерживается на уровне 30 °С. Определить массу водяного конденсата выделившегося из воздуха при его сжатии.

*Задача 6.* Воздух поступает в пневматическую систему через воздухопровод с эквивалентным сечением  $s = 40$  мм<sup>2</sup>. Скорость воздушного потока меньше скорости звука. Давление воздуха на входе воздухопровода  $p_1 = 8$  бар, давление воздуха на выходе воздухопровода  $p_2 = 6$  бар. Определить объемный расход воздуха  $Q$  протекающего через воздухопровод.

*Задача 7.* Воздух поступает в пневматическую систему через воздухопровод с эквивалентным сечением  $s = 40$  мм<sup>2</sup>. Скорость воздушного потока больше скорости звука. Давление воздуха на входе воздухопровода  $p_1 = 8$  бар. Определить объемный расход воздуха  $Q$  протекающего через воздухопровод.

*Задача 8.* При работе гидравлической системы жидкость массой  $m = 1000$  кг поднимается на высоту  $h = 50$  м. Определить потенциальную энергию  $W$ , которую запасла жидкость после подъема. Ускорение свободного падения принять равным  $g = 9,81$  м / с<sup>2</sup>.

*Задача 9.* Жидкость массой  $m = 100$  кг движется со скоростью  $V = 5$  м/с. Определить кинетическую энергию  $W$  движущейся жидкости.

*Задача 10.* При протекании объема жидкости  $U = 1$  м<sup>3</sup> через элемент гидравлической системы давление на выходе элемента уменьшилось, по сравнению с давлением на его входе на  $\Delta p = 1$  бар =  $1 \cdot 10^5$  Н / м<sup>2</sup> =  $1 \cdot 10^5$  Па. Определить часть общей энергии потока жидкости преобразованную вследствие наличия трения в тепловую энергию.

*Задача 11.* При сжатии неидеальной жидкости до давления  $p = 1$  бар ее объем уменьшился на  $\Delta U = 0,015$  м<sup>3</sup>. Определить энергию  $W$  запасенную жидкостью при сжатии.

*Задача 12.* Жидкость подается в гидравлическую систему по трубопроводу диаметром  $d = 10$  мм и длиной  $l = 10$  м со скоростью  $V = 1$  м / с. Вязкость жидкости  $\nu = 93$  мм<sup>2</sup> / с =  $0,000093$  м<sup>2</sup> / с, плотность жидкости при температуре 20 °С  $\rho = 845$  кг / м<sup>3</sup>. Определить

потерю давления в трубопроводе  $\Delta p$ .

*Задача 13.* Гидравлическая установка работает при давлении жидкости на выходе подводящего трубопровода  $p = 100 \text{ бар} = 100 \cdot 10^5 \text{ Па} = 100 \cdot 10^5 \text{ Н / м}^2$  и расходе через трубопровод  $Q = 50 \text{ л / мин} = 0,000833 \text{ м}^3 / \text{с}$ . Определить гидравлическую мощность подводимую к гидравлической установке.

*Задача 15.* Неидеальная жидкость, находящаяся под атмосферным давлением, занимала объем  $U_0 = 0,04 \text{ м}^3$ . После сжатия ее до избыточного давления в  $\Delta p = 100 \text{ бар} = 100 \cdot 10^5 \text{ Н·м}$  ее объем уменьшился на  $\Delta U = 0,003 \text{ м}^3$ . Определить объемный модуль упругости жидкости.

*Задача 16.* Жидкость с плотностью  $\rho = 835 \text{ кг / м}^3$  протекает через дроссель с поперечным сечением места дросселирования  $A_d = 0,000025 \text{ м}^2$  и конструктивным коэффициентом расхода дросселя  $\alpha = 0,6$ . Потеря давления в дросселе  $\Delta p = 1,5 \text{ бар} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Н / м}^2$ . Определить расход жидкости через дроссель.

*Задача 17.* Гидромотор работает при давлении жидкости  $p = 60 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Геометрический рабочий объем мотора  $q = 0,0001 \text{ м}^3$ . Определить вращающий момент на валу гидромотора.

*Задача 18.* Гидромотор работает при объемном расходе жидкости  $Q = 0,002 \text{ м}^3 / \text{с}$ . Геометрический рабочий объем мотора  $q = 0,0001 \text{ м}^3$ . Определить частоту вращения вала гидромотора.

*Задача 19.* Объемный расход жидкости, втекающей в гидроцилиндр,  $Q = 0,002 \text{ м}^3 / \text{с}$ , эффективное сечение поршня  $A = 0,0025 \text{ м}^2$ . Определить скорость движения поршня гидроцилиндра.

*Задача 20.* Необходимое усилие на штоке гидроцилиндра  $F = 5000 \text{ Н}$ , давление жидкости в цилиндре  $p = 60 \cdot 10^5$ , гидромеханический КПД цилиндра  $\eta_{гм} = 0,9$ . Определить требуемый диаметр поршня цилиндра.

*Задача 21.* Пневмоцилиндр работает с избыточным давлением  $p_{пит} = 6 \text{ бар}$ , атмосферное давление  $p_{атм} = 1 \text{ бар}$ , площадь поршня  $A = 0,0025 \text{ м}^2$ , ход поршня  $s = 0,5 \text{ м}$ , число ходов в минуту  $n = 6 \text{ мин}^{-1}$ . Определить расход потребляемого пневмоцилиндром воздуха.

*Задача 22.* Действующее напряжение однофазной питающей сети переменного тока с частотой 50 Гц равно 220 В. Нагрузка питаемого от этой сети управляемого выпрямителя индуктивная. Индуктивность фазы выпрямителя 0,001 Гн. Рассчитать регулировочную и внешнюю характеристику для однофазного однополупериодного выпрямителя.

*Задача 23.* Действующее напряжение однофазной питающей сети переменного тока с частотой 50 Гц равно 110 В. Нагрузка питаемого от этой сети управляемого выпрямителя индуктивная. Индуктивность фазы выпрямителя 0,002 Гн. Рассчитать регулировочную и внешнюю характеристику для однофазного двухполупериодного нулевого выпрямителя.

*Задача 24.* Действующее напряжение однофазной питающей сети переменного тока с частотой 50 Гц равно 110 В. Нагрузка питаемого от этой сети управляемого выпрямителя индуктивная. Индуктивность фазы выпрямителя 0,002 Гн. Рассчитать регулировочную и внешнюю характеристику для однофазного двухполупериодного мостового выпрямителя.

*Задача 24.* Действующее линейное напряжение трехфазной питающей сети переменного тока с частотой 50 Гц равно 380 В. Нагрузка питаемого от этой сети управляемого выпрямителя индуктивная. Индуктивность фазы выпрямителя 0,0015 Гн. Рассчитать регулировочную и внешнюю характеристику для трехфазного нулевого выпрямителя.

*Задача 25.* Действующее линейное напряжение трехфазной питающей сети переменного тока с частотой 50 Гц равно 380 В. Нагрузка питаемого от этой сети управляемого выпрямителя индуктивная. Индуктивность фазы выпрямителя 0,0025 Гн. Рассчитать регулировочную и внешнюю характеристику для трехфазного мостового выпрямителя.

*Задача 26.* Действующее линейное напряжение трехфазной питающей сети переменного тока с частотой 50 Гц равно 380 В. Нагрузка питаемого от этой сети управляемо-

го выпрямителя индуктивная. Индуктивность фазы выпрямителя 0,002 Гн. Рассчитать регулировочную и внешнюю характеристику для *шестифазного нулевого выпрямителя*.

*Задача 27.* Параметры некомпенсированного электродвигателя следующие: номинальная мощность  $P_n = 1 \text{ кВт}$ , номинальная скорость вращения якоря  $n_n = 2850 \text{ об/мин}$ ; номинальный КПД электродвигателя  $\eta_n = 0,835$ ; номинальное напряжение обмотки возбуждения  $U_{вн} = 110 \text{ В}$ ; номинальный ток обмотки возбуждения  $I_{вн} = 0,43 \text{ А}$ ; момент инерции якоря  $J = 0,019 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; номинальный магнитный поток возбуждения на один полюс  $\Phi = 0,0336 \text{ Вб}$ ; число пар полюсов  $p = 2$ , индуктивность обмотки возбуждения  $L_{в} = 0,156 \text{ Гн}$ ; номинальное напряжение якоря  $U_n = 220 \text{ В}$ . Составить структурную схему электрического двигателя постоянного тока независимого возбуждения и определить параметры ее динамических звеньев.

*Задача 28.* Параметры некомпенсированного электродвигателя следующие: номинальная мощность  $P_n = 3 \text{ кВт}$ , номинальная скорость вращения якоря  $n_n = 2810 \text{ об/мин}$ ; номинальный КПД электродвигателя  $\eta_n = 0,845$ ; номинальное напряжение обмотки возбуждения  $U_{вн} = 220 \text{ В}$ ; номинальный ток обмотки возбуждения  $I_{вн} = 0,23 \text{ А}$ ; момент инерции якоря  $J = 0,029 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; номинальный магнитный поток возбуждения на один полюс  $\Phi = 0,0336 \text{ Вб}$ ; число пар полюсов  $p = 2$ , индуктивность обмотки возбуждения  $L_{в} = 0,256 \text{ Гн}$ ; номинальное напряжение якоря  $U_n = 220 \text{ В}$ . Составить структурную схему электрического двигателя постоянного тока независимого возбуждения и определить параметры ее динамических звеньев.

*Задача 29.* Операционный усилитель включен по схеме с инвертирующим входом. Во входной цепи включено сопротивление 1 кОм, в выходной цепи последовательно включены сопротивление 10 кОм и конденсатор 1 мкФ. Определить передаточную функцию этого усилителя и рассчитать ее параметры.

*Задача 30.* Операционный усилитель включен по схеме с инвертирующим входом. Во входной цепи включено сопротивление 1 кОм, в выходной цепи параллельно включены сопротивление 10 кОм и конденсатор 1 мкФ. Определить передаточную функцию этого усилителя и рассчитать ее параметры.

*Задача 31.* Операционный усилитель включен по схеме с инвертирующим входом. Во входной цепи включено сопротивление 5 кОм, в выходной цепи параллельно включены сопротивление 10 кОм и конденсатор 1 мкФ. Определить переходную характеристику этого усилителя и рассчитать ее параметры.

*Задача 32.* Операционный усилитель включен по схеме с инвертирующим входом. Во входной цепи включено сопротивление 5 кОм, в выходной цепи последовательно включены сопротивление 10 кОм и конденсатор 5 мкФ. Определить переходную характеристику этого усилителя и рассчитать ее параметры.