

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  
 Факультет энергетика и управления  
 Гудим А.С.  
 «30» 06 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
 «Микропроцессорные устройства систем управления»

Направление подготовки	13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"
Направленность (профиль) образовательной программы	Электропривод и автоматика
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Заочная форма
Технология обучения	Традиционная

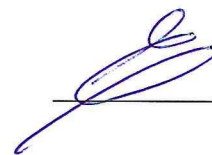
Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2,3	4, 5, 6	9

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой(2), РГР, КП	Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

Комсомольск-на-Амуре 2021

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Доцент, Кандидат технических наук

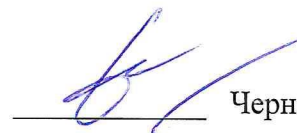


Егоров В.А

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»



Черный С.П.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Микропроцессорные устройства систем управления» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 144 от 28.02.2018, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Электропривод и автоматика» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 40.180 (ПС 40.180) «СПЕЦИАЛИСТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА»

Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и оформление рабочей документации системы электропривода

Обобщенная трудовая функция: В. Разработка проекта системы электропривода

Задачи дисциплины	Приобретение студентами практических навыков разработки аппаратных и программных средств микропроцессорных систем управления.
Основные разделы / темы дисциплины	Системы счисления цифровых вычислительных устройств. Основы алгебры логики. Основные узлы и принципы организации цифровых вычислительных устройств. Архитектура и низкоуровневое программирование базового микроконтроллера. Программирование микроконтроллеров на языке высокого уровня.

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

Процесс изучения дисциплины «Микропроцессорные устройства систем управления» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-2 Способен к разработке комплекта конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода	ПК-2.1 Знает правила составления и выполнения технического задания на разработку проекта системы электропривода ПК-2.2 Умеет осуществлять сбор, обработку и анализ справочной и реферативной информации об оборудовании для написания документов, проведения расчетов, выполнения текстовых и графических разделов проекта системы электропривода. ПК-2.3 Владеет навыками оформления разделов комплек-	Владеет схемотехникой цифровых систем автоматики. Имеет навыки выбора и проектирования аппаратной части системы управления электропривода. Имеет навыки разработки программного обеспечения и анализа жизненного цикла программного обеспечения автоматизированных систем управления электроприводами

	тов конструкторских документов эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода.	
--	--	--

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Микропроцессорные устройства систем управления» изучается на 3 курсе, 5, 6 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Микропроцессорные устройства систем управления», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Системы управления электроприводами», «Проектирование элементов автоматизированных систем», «Б1.В.ДВ.01.01 Электрический привод», «Б1.В.ДВ.01.02 Основы теории электропривода», «Производственная практика (технологическая практика)», «Производственная практика (преддипломная практика)».

Дисциплина «Микропроцессорные устройства систем управления» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем выполнения курсового проектирования.

Дисциплина «Микропроцессорные устройства систем управления» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

### 4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 9 з.е., 324 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	324
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	26
В том числе:	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	12
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	14

Объем дисциплины	Всего академических часов
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	290
Промежуточная аттестация обучающихся –Зачет с оценкой(2), РГР, КП	8

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>4 семестр</b>				
<b>Тема 1</b> Представление данных в цифровых вычислительных устройствах.	1			6
<b>Тема 2</b> Понятие логической переменной и логической функции. Логические операции. Получение логического выражения по таблице истинности и обратная задача. Построение схемы по логическому выражению и обратная задача.	1			4
<b>Тема 3</b> Понятие комбинационной логической схемы. Дешифратор и мультиплексор.	1			6
<b>Тема 4</b> Полусумматор. Сумматор. Многоуровневый двоичный сумматор. Реализация операции вычитания на базе многоуровневого двоичного сумматора.				8
<b>Тема 5</b> Триггеры. Типы триггеров. Определение. Таблица истинности. Схемотехника. Временные диаграммы работы.	1			6
<b>Тема 6</b> Регистры и счетчики. Классификация. Схемотехника. Принцип работы параллельного регистра и суммирующего счетчика. Временная диаграмма работы суммирующего счетчика	1			
<b>Тема 8</b> Назначение основных функциональных узлов центрального процессора. Рабочий цикл процессора. Машинный цикл. Машинный такт. Понятие микрокоманды.	1			

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
5 семестр				
<b>Тема 1</b> Представление данных в цифровых вычислительных устройствах.			2	
<b>Тема 2</b> Понятие логической переменной и логической функции. Логические операции. Получение логического выражения по таблице истинности и обратная задача. Построение схемы по логическому выражению и обратная задача.			2	
<b>Тема 5</b> Триггеры. Типы триггеров. Определение. Таблица истинности. Схемотехника. Временные диаграммы работы.			1	6
<b>Тема 6</b> Регистры и счетчики. Классификация. Схемотехника. Принцип работы параллельного регистра и суммирующего счетчика. Временная диаграмма работы суммирующего счетчика			1	6
<b>Тема 7</b> Схемотехника постоянной и оперативной памяти. Порядок считывания и записи постоянной и оперативной памяти. Графические обозначения микросхем памяти.				12
<b>Тема 8</b> Назначение основных функциональных узлов центрального процессора. Рабочий цикл процессора. Машинный цикл. Машинный такт. Понятие микрокоманды.				8
<b>Тема 9</b> Принцип работы процессора. Организация устройства управления на базе автомата с жесткой логикой.				18
<b>Тема 10</b> Классификация и базовые архитектуры микропроцессорных систем: Гарвардская архитектура; архитектура Фон Неймана (Стенфордская архитектура). Назначение функциональных узлов МПС.	1			
<b>Тема 11</b> Общие характеристики, функциональный состав, архитектура ядра и организация памяти базового микроконтроллера.	1			
<b>Тема 12</b> Краткое описание команд языка Ассемблер.	1			
<b>Тема 13</b> Порты ввода-вывода	1			
<b>Тема 18</b> Функции пользователя и прерывания. Система прерываний	1			

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Тема 19</b> Таймеры	1			
Подготовка к занятиям семинарского типа, подготовка и оформление расчетно-графической работы				42
<b>6 семестр</b>				
<b>Тема 10</b> Классификация и базовые архитектуры микропроцессорных систем: Гарвардская архитектура; архитектура Фон Неймана (Стенфордская архитектура). Назначение функциональных узлов МПС.				8
<b>Тема 11</b> Общие характеристики, функциональный состав, архитектура ядра и организация памяти базового микроконтроллера.				6
<b>Тема 12</b> Краткое описание команд языка Ассемблер.		2		12
<b>Тема 13</b> Порты ввода-вывода			2	4
<b>Тема 14</b> Директивы языка Ассемблер. Приемы программирования на языке Ассемблер				8
<b>Тема 15</b> Краткий обзор языков программирования микроконтроллеров. Структура Си-программы. Объявление переменных.				6
<b>Тема 16</b> Операции с переменными и регистрами.				10
<b>Тема 17</b> Операции и операторы языка Си.				8
<b>Тема 18</b> Функции пользователя и прерывания. Система прерываний			2	10
<b>Тема 19</b> Таймеры			2	12
<b>Тема 20</b> Аналого-цифровой преобразователь				6
Подготовка к занятиям семинарского типа, подготовка и оформление курсового проекта.				78
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>290</b>

## **6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	30
<b>Итого 4 семестр</b>	<b>30</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	50
Подготовка к занятиям семинарского типа	12
Подготовка и оформление Расчетно-графической работы	30
<b>Итого 5 семестр</b>	<b>92</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	90
Подготовка к занятиям семинарского типа	14
Подготовка и оформление Курсового проекта	64
<b>Итого 6 семестр</b>	<b>168</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>290</b>

## **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1. Основы микропроцессорной техники: учебное пособие / В.А. Егоров. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2017. – 129 с.

2. Микроконтроллеры для систем автоматики: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Водовозов А.М. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. - 164 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=232504> (дата обращения: 19.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

3. Практическое руководство по программированию STM-микроконтроллеров: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Торгаев С.Н., Тригуб М.В., Мусоров И.С. - Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 111 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=443646> (дата обращения: 19.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

### **8.2 Дополнительная литература**

1. Шестеркин, А.Н. Система моделирования и исследования радиоэлектронных устройств Multisim 10 [Электронный ресурс] / А.Н. Шестеркин. – М.: ДМК Пресс, 2012. - 360 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=548154> (дата обращения: 19.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Партыка, Т. Л. Периферийные устройства вычислительной техники: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 432 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=537779> (дата обращения: 19.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

3. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем: Учебник [Электронный ресурс] / Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 512 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=294504> (дата обращения: 19.05.2021). – Режим доступа: по



подписке.

### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

1. Исследование дискретных схем с помощью алгебры логики: Методические указания к лабораторной работе по курсу «Основы микропроцессорной техники» /Сост. В.А. Егоров. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т, 2011. – 12 с.

2. Арифметико-логическое устройство: Методические указания к лабораторной работе по курсу «Основы микропроцессорной техники» /Сост. В.А. Егоров. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т, 2011. – 8 с.

3. Триггеры: Методические указания к лабораторной работе по курсу «Основы микропроцессорной техники» /Сост. В.А. Егоров. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т, 2011. – 12с.

4. Организация памяти: Методические указания к лабораторной работе по курсу «Основы микропроцессорной техники» /Сост. В.А. Егоров. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т, 2011. – 9 с.

5. Работа с портами ввода-вывода: Методические указания к лабораторной работе по курсу "Микропроцессорные устройства систем управления" /Сост. В.А.Егоров - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. - 6 с.

6. Программирование микроконтроллеров на языке Си. Операторы.: Методические указания к лабораторной работе по курсу "Микропроцессорные устройства систем управления" /Сост. В.А.Егоров - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. - 11 с.

7. Встроенный аналого-цифровой преобразователь микроконтроллера ATmega 128: Методические указания к лабораторной работе по курсу "Микропроцессорные устройства систем управления" /Сост. В.А.Егоров, Е.И.Ефимов - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2008. - 11 с.

8. Работа с внешними прерываниями.: Методические указания к лабораторной работе по курсу "Микропроцессорные устройства систем управления" /Сост. В.А.Егоров - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. - 9 с.

9. Шестнадцатиразрядные таймеры: Методические указания к лабораторной работе по курсу "Микропроцессорные устройства систем управления" /Сост. В.А.Егоров - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. - 13 с.

### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

1) znanium.com: электронно-библиотечная система : сайт. – Москва, 2021 – ООО «Знаниум» – URL: <http://www.znaniium.com> (дата обращения: 01.06.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2) consultant.ru: информационно-справочная система «Консультант плюс» : сайт. – Москва, 2021. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 29.04.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3) iprbookshop.ru: электронно-библиотечная система : сайт. – Саратов, 2021 – ООО «Компания "Ай Пи Ар Медиа"» – URL: <http://www.iprbookshop.ru> (дата обращения: 01.06.2021).

### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1) Datasheet ATmega128.- Раздел сайта «microchip.com». – URL: <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega128#datasheet-toggle> (дата обра-

щения: 19.05.2021).

2) Microchip Studio for AVR and SAM Devices 7.0.2542 Offline Installer. - Раздел сайта «microchip.com». – URL: <https://www.microchip.com/en-us/development-tools-tools-and-software/microchip-studio-for-avr-and-sam-devices> (дата обращения: 19.05.2021).

## **8.6 Лицензионное программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты
Microchip Studio for AVR and SAM Devices 7.0.2542 Offline Installer	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.microchip.com/en-us/development-tools-tools-and-software/microchip-studio-for-avr-and-sam-devices">https://www.microchip.com/en-us/development-tools-tools-and-software/microchip-studio-for-avr-and-sam-devices</a>

## **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;

- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

#### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиболее важному средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

#### **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;

- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

В ходе **лекционных занятий** необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

При подготовке к **практическим занятиям** начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы необходимо стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.

**Расчётно-графическая работа** ориентирована на формирование и развитие у обучающихся умений и навыков проектирования и представления результатов их проектной деятельности с учетом и использованием действующих нормативных и методических документов университета.

В ходе работы студенты закрепляют теоретические знания, полученные при изучении дисциплины, глубже знакомятся с аппаратной организацией и принципами работы цифровых вычислительных устройств.

В период работы над РГР студенты получают практические навыки модельного проектирования цифровых вычислительных устройств. Расчетно-графическая работа позволяет лучше понять и усвоить взаимосвязь элементов входящих в состав микроконтроллера. Студенты учатся принимать обоснованные решения путем сравнения вариантов, логических суждений, рассмотрения основных теоретических положений; умению кратко и точно излагать ход решения.

При выполнении работы студенты глубже изучают основную и специальную литературу по цифровой микросхемотехнике и принципам организации цифровых вычислительных устройств, учатся работать со справочниками.

Пояснительная записка должна содержать: введение, вариант задания, основную часть (расчеты со всеми пояснениями, схемы разработанных узлов микроконтроллера, результаты моделирования микроконтроллера на ЭВМ), заключение и список использованных источников. Основную часть, согласно требованиям технического задания, разбивают на разделы и подразделы, название которых должно соответствовать их основному содержанию.

Выполненный вариант РГР должен удовлетворять нормативным документам университета, с которыми можно ознакомиться в отделе стандартизации или на сайте университета. Отступления от указанных требований могут служить основанием для возврата проекта на исправление.

**Курсовое проектирование** ориентировано на формирование и развитие у обучающихся умений и навыков проектирования и представления результатов их проектной деятельности с учетом и использованием действующих нормативных и методических документов университета.

В ходе курсового проектирования студенты закрепляют теоретические знания, полученные при изучении дисциплины, глубже знакомятся с практическими методами разработки систем управления технологическими установками.

В период работы над курсовым проектом студенты получают практические навыки проектирования аппаратной и программной частей микроконтроллерной системы управления, выбора датчиков и исполнительных механизмов, производят расчет и выбор силового коммутирующего оборудования. Работа над курсовым проектом позволяет лучше понять и усвоить принципы организации цифровых управляющих систем. Студенты учатся принимать обоснованные решения путем сравнения вариантов, логических суждений, рассмотрения основных теоретических положений; умению кратко и точно излагать ход решения.

При проектировании студенты глубже изучают основную и специальную литературу схемотехнике и программированию микроконтроллерных систем управления, учатся работать со справочниками. Все это позволяет вести проектирование цифровой управляющей системы с инженерной позиции.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка должна содержать: введение, техническое задание на проектирование, основную часть (этапы проектирования и расчеты со всеми пояснениями), заключение и список использованных источников. Основную часть, согласно требованиям технического задания, разбивают на разделы и подразделы, название которых должно соответствовать их основному содержанию.

Пояснительную записку представляют к защите в сброшюрованном виде. Примерный объем пояснительной записки 40 – 50 с.

Графическая часть должна содержать:

- схему электрическую принципиальную (формат А3);
- перечень элементов (формат А4).

Выполненный курсовой проект должен удовлетворять нормативным документам университета, с которыми можно ознакомиться в отделе стандартизации или на сайте университета. Отступления от указанных требований могут служить основанием для возврата проекта на исправление.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
214/3	Лаборатория автоматизации технологических процессов	отладочные платы AS-megaM
		персональные компьютеры

### **10.2 Технические и электронные средства обучения**

#### **Лекционные занятия.**

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

#### **Практические занятия.**

Аудитории для практических занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения (компьютер).

### **Лабораторные занятия.**

Для лабораторных занятий используется аудитория № 214 корпус 3, оснащенная оборудованием, указанным в табл. 6.

### **Самостоятельная работа.**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 214 корпус № 3).

## **11 Иные сведения**

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине**

**«Микропроцессорные устройства систем управления»**

Направление подготовки	<i>13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Электропривод и автоматика</i>
Квалификация выпускника	<i>Бакалавр</i>
Год начала подготовки (по учебному плану)	<i>2021</i>
Форма обучения	<i>Заочная форма</i>
Технология обучения	<i>Традиционная</i>

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2, 3	4, 5, 6	9

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
<i>Зачет с оценкой(2), РГР, КП</i>	<i>Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»</i>



## 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-2 Способен к разработке комплекта конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода	<p>ПК-2.1 Знает правила составления и выполнения технического задания на разработку проекта системы электропривода</p> <p>ПК-2.2 Умеет осуществлять сбор, обработку и анализ справочной и реферативной информации об оборудовании для написания документов, проведения расчетов, выполнения текстовых и графических разделов проекта системы электропривода.</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками оформления разделов комплектов конструкторских документов эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода.</p>	<p>Владеет схемотехникой цифровых систем автоматики.</p> <p>Имеет навыки выбора и проектирования аппаратной части системы управления электропривода.</p> <p>Имеет навыки разработки программного обеспечения и анализа жизненного цикла программного обеспечения автоматизированных систем управления электроприводами</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
<b>5 семестр</b>			
Тема 1-9	ПК-2	Защита лабораторных работ	Аргументированность ответов
Тема 1-9	ПК-2	РГР	Полнота и правильность выполнения задания
<b>6 семестр</b>			
Тема 10-20	ПК-2	Выполнение практических заданий	Правильность выполнения задания
Тема 10-20	ПК-2	Защита лабораторных работ	Аргументированность ответов
Тема 10-20	ПК-2	КП	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
5 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме Зачет с оценкой</i>				
1	Лабораторная работа 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
2	Лабораторная работа 2	в течение семестра	5 баллов	
3	Лабораторная работа 3	в течение семестра	5 баллов	
4	Расчётно-графическая работа	в течение 5 семестра	25 баллов	25 – студент владеет знаниями в полном объеме, достаточно глубоко осмысливает выполненную работу; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на вопросы, связанные с проектом 20 – студент владеет знаниями почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); не допускает вместе с тем серьезных ошибок в проектировании 15 – студент способен решать лишь наиболее легкие задачи, владеет только обязательным минимумом методов проектирования 0 – студент не освоил обязательного минимума знаний, не способен проектировать
ИТОГО:		-	40 баллов	-
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>            0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный 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)</p>				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме Зачет с оценкой</b>				
1	Лабораторная работа 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
1	Лабораторная работа 2	в течение семестра	5 баллов	
3	Лабораторная работа 3	в течение семестра	5 баллов	
4	Практическое занятие 1	в течение семестра	5 баллов	
ИТОГО:		-	20 баллов	-
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине (за семестр):</b> 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для текущей 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)				

6 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме КП</b>				
По результатам защиты курсового проекта (работы) выставляется оценка по 4-балльной шкале оценивания <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценка <i>«отлично»</i> выставляется студенту, если в работе содержатся элементы научного творчества и делаются самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;</li> <li>- оценка <i>«хорошо»</i> выставляется студенту, если в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;</li> <li>- оценка <i>«удовлетворительно»</i> выставляется студенту, если в работе достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления отчета в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство по-</li> </ul>				

ставленных вопросов по теме работы;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме работы.

### **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 Защита лабораторных работ**

##### **5 семестр**

###### *1. Системы счисления цифровых вычислительных устройств*

- 1) Что называется системой счисления?
- 2) Что такое позиционная система счисления?
- 3) Что такое основание системы счисления?
- 4) Что такое разряд числа?
- 5) Какие системы счисления используют в цифровых устройствах?
- 6) Каковы достоинства двоичной системы счисления?
- 7) Когда применяется шестнадцатеричная и восьмеричная системы счисления?
- 8) Когда используется двоично-десятичный код?

###### *2. Исследование дискретных схем с помощью алгебры логики*

- 1) Что такое логические переменные? Приведите технические и другие примеры явлений, которые описываются логическими переменными.
  - 2) Назовите три основные логические операции) Каков приоритет этих операций в сложных логических выражениях?
  3. Что такое таблица истинности и сколько в ней строк?
- ###### *3. Триггеры и регистры*
- 1) Что такое триггер?
  - 2) Как определить состояние триггера?
  - 3) Чем отличается работа асинхронного RS -триггера на элементах "И-НЕ" от RS -триггера на элементах "ИЛИ-НЕ"?
  - 4) Какие сигналы на входе необходимы для перевода синхронного RS -триггера в единичное состояние?
  - 5) Чем отличается работа одноктактного и двухтактного RS -триггера?
  - 6) Составьте временную диаграмму работы для JK -триггера.
  - 7) Чем отличается работа RS и D-триггера?
  - 8) Составьте схему T-триггера на основе D –триггера и поясните её принцип работы.
  - 9) Составьте временную диаграмму работы T-триггера.
  - 10) Для чего предназначены регистры?
  - 11) На каких элементах строятся регистры?

##### **6 семестр**

###### *1. Работа с портами ввода-вывода на языке Ассемблер*

- 1) Назовите имена и количество восьмиразрядных параллельных портов ввода/вывода у микроконтроллера ATmega 128?
- 2) Назовите имена и назначение регистров каждого порта?
- 3) Поясните, как задать направление передачи данных через порт?

- 4) Напишите команду, для опроса линии РС.3.
  - 5) Напишите команду, выводящую 1 на линию 5 порта D.
- 2. Работа с внешними прерываниями*
- 1) Что такое прерывание?
  - 2) Отличие прерывания от обычной подпрограммы?
  - 3) Назначение таблицы векторов прерываний?
  - 4) Порядок вызова подпрограммы обработки прерывания?
  - 5) Структура заголовка прерывающей программы на языке Си?
- 3. Шестнадцатиразрядные таймеры*
- 1) Назовите имена и количество таймеров у базового микроконтроллера?
  - 2) Перечислите функции таймера?
  - 3) Нарисуйте структурную схему таймера и поясните на ней, от каких параметров зависит интервал задержки таймера?
  - 4) Что такое «подсчет внешних событий»?
  - 5) Поясните принцип регулировки выходной мощности в нагрузке за счет широтно-импульсной модуляции.

### Практические занятия

**Целью** практических занятий является решение задач по тематике занятия, выполнение подготовительных операций, необходимых для проведения лабораторных работ, таких как: предварительные расчёты; подбор элементной базы; составление блок-схем алгоритмов; написание исходных текстов программ.

Темы практических занятий:

#### 6 семестр

1. Программирование микроконтроллеров на языке Ассемблер

### Расчётно-графическая работа

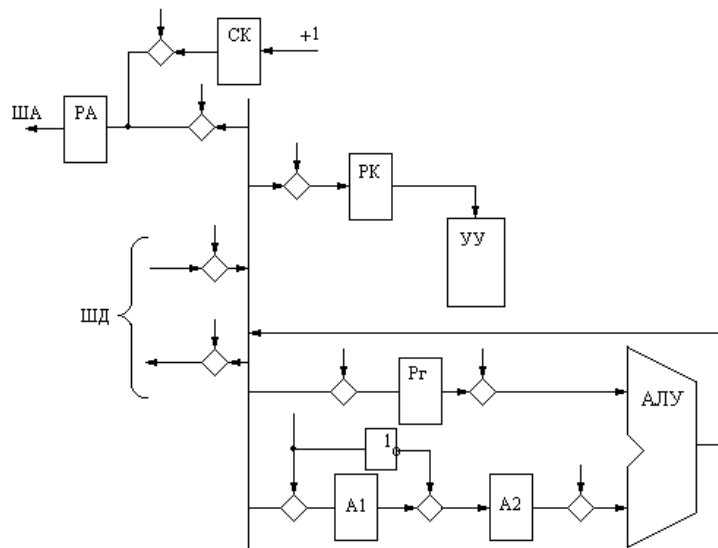
#### Исходные данные

Реализовать, в соответствии со структурной схемой, модель учебного микроконтроллера, включающую процессор и блок памяти.

#### Варианты заданий

Таблица 7 – Варианты заданий

Реализуемые команды Схема процессора	MOV A,M SUB M	ADD M MOV M,A	MOV A,M MOV M,A	ADD M SUB M
Схема 1	Вариант 1(а)	Вариант 4(а)	Вариант 1(б)	Вариант 4(б)
Схема 2	Вариант 2(а)	Вариант 5(а)	Вариант 2(б)	Вариант 5(б)



### 3.2 Задания для промежуточной аттестации

#### Задачи для тестирования

Разработать алгоритм и программу управления технологическим процессом.

#### Задача № 1

Составить программу работы разменного автомата, блок-схема которого дана на рисунке. Автомат меняет поступающие монеты в 1,2 или 5 рублей на монеты по 50 копеек.



Датчик монеты формирует в разрядах порта PINA код в соответствии с таблицей

Монета (руб)	Код	
	D1	D0
1	0	1
2	1	0
5	1	1

В порт PORTB передается количество монет по 50 копеек в двоичном коде.

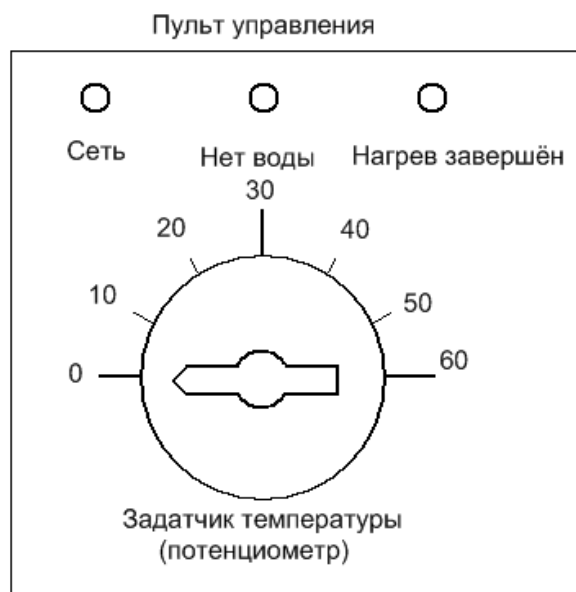
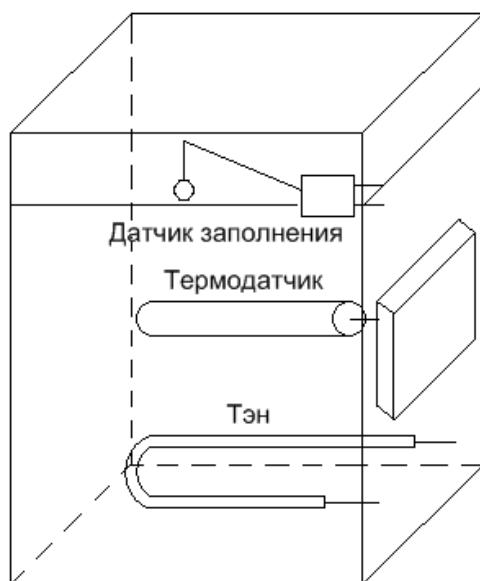
#### Задача № 9

#### Бойлер:

- 1.Задатчиком температуры выставляется требуемая температура нагрева воды.
- 2.Бойлер подключается к питающей сети
- 3.Опрашивается датчик заполнения бака. Если вода отсутствует, загорается светодиодный индикатор «Нет воды». Если уровень воды в норме, включается нагревательный элемент (Тэн).

4. Выполняется циклический опрос термодатчика:

При равенстве напряжений с датчика температуры и термодатчика ТЭН выключается, Зажигается индикатор «Нагрев завершён».



### Курсовой проект

реализуется в форме практической подготовки

#### Исходные данные для проектирования

Разработать: аппаратную часть и программное обеспечение системы управления технологическим процессом.

Микроконтроллерная система управления технологическим процессом должна обеспечивать:

- управление всеми режимами работы технологической установки;
- гальваническую развязку входов и выходов системы управления от полевых датчиков и силового оборудования установки;
- наличие подсистемы противоаварийных защит.

Кроме того, в проекте должны быть произведены расчёты силовых коммутирующих элементов, и выполнен подбор датчиков, силового коммутирующего оборудования и исполнительных механизмов технологической установки.

#### Образцы вариантов заданий

##### Задание №1

Разработать систему управления покрасочным роботизированным комплексом.

1. Максимальный ход тележки с деталью 15000 мм, из них до дверей сушильной камеры 13000 мм. Расстояние между СТЗ (системой технического зрения) и роботом P1 - 3000 мм. Точность датчика положения (ДП) - 4 мм.

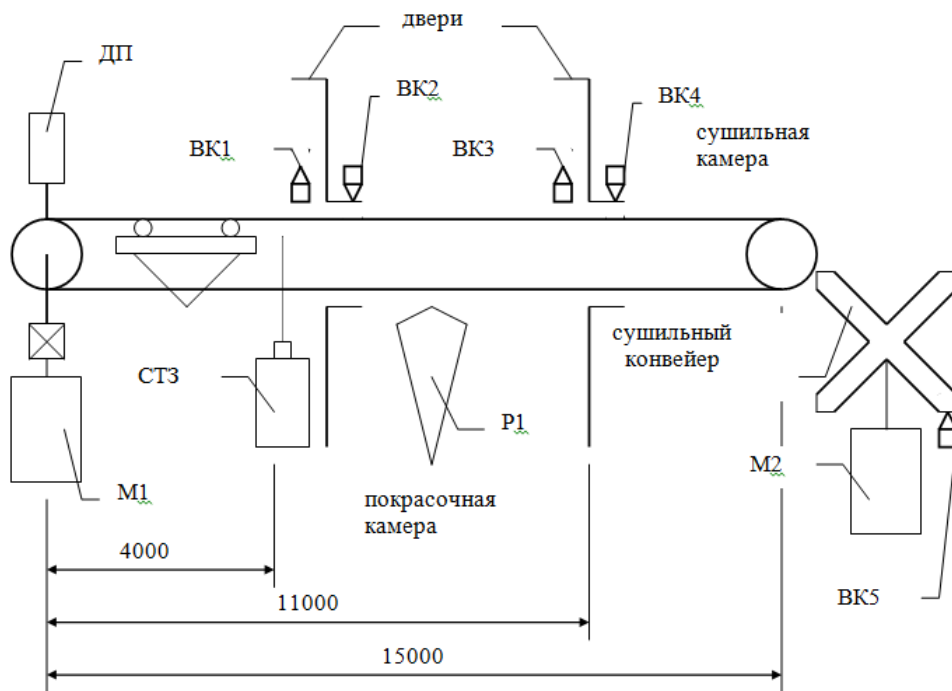


Рисунок 2 - Функциональная схема покрасочного комплекса

## 2. Алгоритм работы:

Рабочий, подвесив деталь, нажимает кнопку "Пуск". Тележка с деталью движется к покрасочной камере. По окончании прохода СТЗ с СТЗ выдается 8-разрядный двоичный код - номер подвешенной детали. Через 2 сек. после этого закрываются двери возле СТЗ в покрасочную камеру. Отсчитывается расстояние от СТЗ до P1 и на P1 выдается полученный с СТЗ код. Этот код включает робот на покраску по программе, определяемой этим кодом. Отключение P1 происходит автоматически после выполнения им своей программы покраски.

После прохождения тележкой 9000 мм от начала движения открываются ворота в сушильную камеру. После прихода в сушильную камеру происходит останов привода тележки, следует пауза 0.5 сек., затем поворачивается на один шаг импульсный сушильный конвейер, при этом снимается и поступает на сушку покрашенная деталь, а на тележку устанавливается высушенная деталь. Тележка движется обратно, при этом после прохождения точки 9000 мм закрывается сушильная камера и открывается дверь покрасочной камеры. По приходу тележки в начальную точку она останавливается. Цикл закончен.

3. Предусмотреть максимально-токовую защиту и защиту от исчезновения напряжения.

4. Мощность приводов 0.6 кВт. Скорость движения главного конвейера 0.2 м/сек.

## Задание №2

Разработать систему управления транспортным роботом.

Рабочие места расположены в шахматном порядке, вдоль трассы робота. Номера расположены по порядку возрастания в одном направлении. Маркеры 00 и 7F ограничивают трассу робота (рисунок 4).



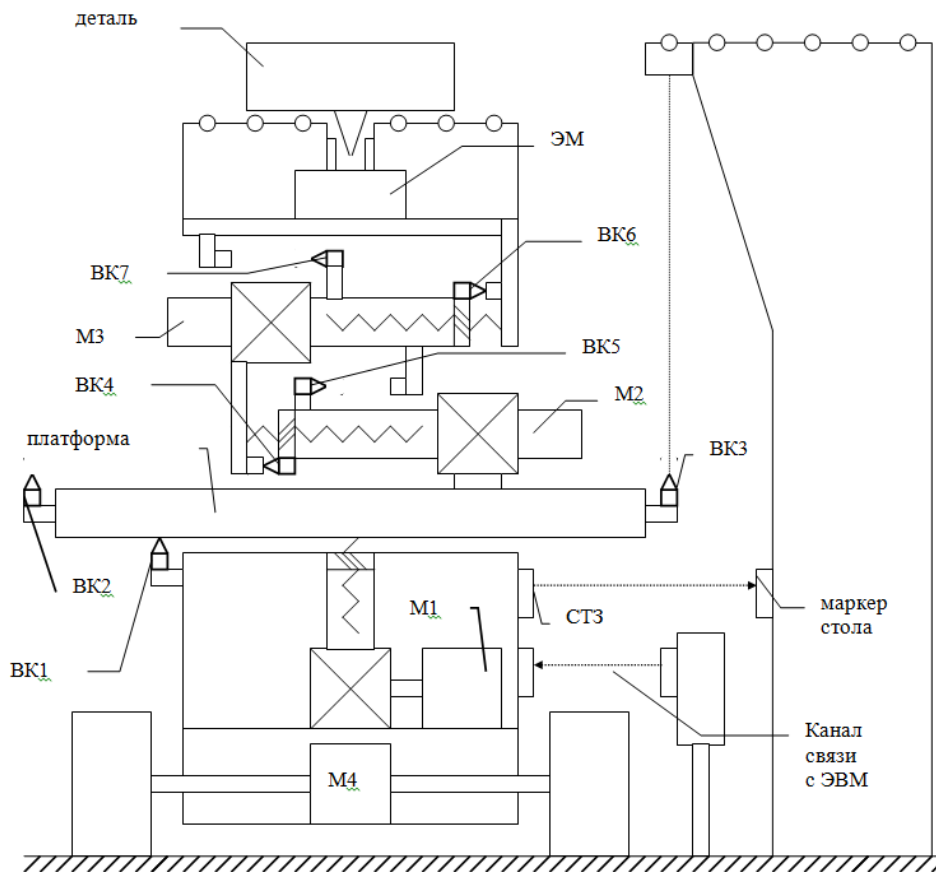


Рис.3. Кинематическая схема робота

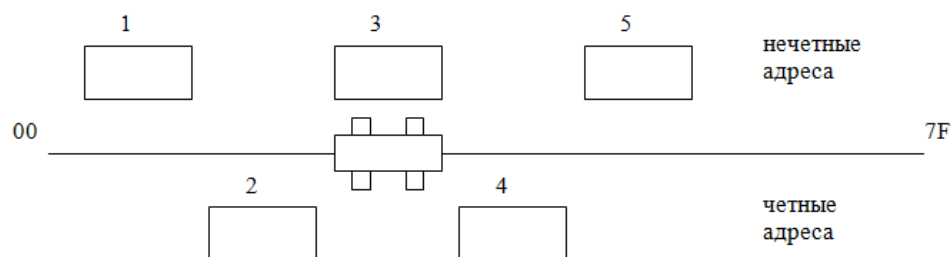


Рисунок 4 - Траектория движения транспортного робота

На рисунке 3 введены следующие обозначения:

М1 - Электродвигатель подъема платформы;

Дискретные датчики положения платформы: ВК1 - нижнего; ВК2 - верхнего (левая стыковка - нечетные адреса); ВК3 - верхнего (правая стыковка - четные адреса);

Электродвигатели выдвижения детали: М2 - влево; М3 - вправо;

Дискретные датчики положения детали: ВК4 и ВК6 - в центре плат-формы; ВК5 и ВК6 - в крайнем левом положении; ВК4 и ВК7 - в крайнем правом положении;

ЭМ - электромагнит привода захвата груза;

М4 - электродвигатель привода колес;

СТЗ - система технического зрения, для считывания двоичного кода маркера стола.

Канал связи - система связи с центральной ЭВМ - содержит два 8-разрядных регистра: первый регистр - рабочее место, откуда забрать груз, второй регистр - рабочее место, куда доставить груз. В обоих регистрах информация не равна 0.

Алгоритм работы:

а) Исходное состояние.

Робот стоит у произвольного рабочего места, платформа опущена, захват в среднем положении, электромагнит захвата отключен.

б) Рабочий цикл.

Внешняя ЭВМ в канал связи записывает адрес рабочего места, откуда взять груз (в Rг1) и адрес рабочего места, куда доставить груз (Rг2). Если содержимое регистров Rг1 и Rг2 не равно нулю, транспортный робот считывает номер рабочего места, где он находится, и движется в сторону рабочего места, указанного в Rг1. Дойдя до этого места, останавливается и поднимает платформу. Если адрес в Rг1 - четный, контролируется правая сторона (правая стыковка), если нечетный - левая сторона, затем захват выдвигается вправо (или влево) до конца. Включается электромагнит захвата и захват вместе с грузом возвращается в середину платформы. После чего платформа опускается, электромагнит выключается и транспортный робот начинает движение к рабочему месту, код которого задан в Rг2. По приходу к этому рабочему месту (контролируется СТЗ) платформа с грузом поднимается, снова включается электромагнит и захват с грузом движется вправо (если адрес четный) или влево (если адрес нечетный). По достижении крайнего положения электромагнит выключается, захват без груза возвращается назад на середину платформы, платформа опускается, обнуляются регистры Rг1 и Rг2 канала связи. Цикл завершен.

1. Предусмотреть максимально-токовую защиту и защиту от снижения напряжения на аккумуляторных батареях.

2. Движение захвата и платформы завершается паузой 0.5 сек. Включение и выключение электромагнита захвата завершается паузой 1 сек. Начало движения пауза 0.2 сек.

3. Напряжение питания робота 24 В. Мощность привода движения 0.3 кВт, привода подъема 0.2 кВт, привода захвата 0.2 кВт. Ток электромагнита захвата 1 А.