

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра информационных и управляющих систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета компьютерных
систем и информационных технологий

Кочевский А.А.

« 19 »

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Аппаратная реализация промышленных логических контроллеров»

по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

профиль подготовки «Компьютерные технологии управления в
робототехнике и мехатронике»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Аппаратная реализация промышленных логических контроллеров» по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника. – 13 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Аппаратная реализация промышленных логических контроллеров» составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17 августа 2020 г. № 1046 (с изменениями и дополнениями), зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации от 9 сентября 2020 года № 59722, учебного плана по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (профиль «Компьютерные технологии управления в робототехнике и мехатронике») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

СОСТАВИТЕЛЬ:

старший преподаватель кафедры информационных и управляющих систем
Синепольский Д.О.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных и управляющих систем
18 апреля 2023 года, протокол № 15.

Заведующий кафедрой
информационных и управляющих систем _____ Горбунов А.И.

Переутверждена: «___» _____ 20__ г., протокол № _____

Согласована:

Декан факультета компьютерных систем и информационных технологий _____ Кочевский А. А.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий
19 апреля 2023 года, протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий _____ Ветрова Н. Н.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель дисциплины «Аппаратная реализация промышленных логических контроллеров» дисциплины – овладение студентами знаниями и навыками в области проектирования, разработки и внедрения программного обеспечения систем автоматизации производства и управления робототехническими комплексами на основе современных информационных технологий.

Задачи изучения дисциплины включают:

- знакомство с архитектурой промышленных управляющих систем, стандартами представления информации и особенностями разработки аппаратно–программных управляющих комплексов для производства;
- освоение методологии разработки программного обеспечения систем автоматизации управления на базе промышленных программируемых логических контроллеров с использованием средств МЭК 61131-3;
- формирование практически навыков коммутации ПЛК с датчиками и исполнительными механизмами и реализации сложных алгоритмов управления средствами FDB диаграмм.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.

Дисциплина «Аппаратная реализация промышленных логических контроллеров» входит в часть факультативных дисциплин учебного плана по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Электроника и микросхемотехника», «Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем» и служит основой для освоения дисциплин «Проектирование систем управления роботами», «Управление роботами и робототехническими устройствами».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Аппаратная реализация промышленных логических контроллеров», должны **знать:**

- архитектуру современных САУ
- уровни иерархии АУС
- отличие ПЛК от управляющей ЭВМ
- назначение сетевого интерфейса и протокола
- наиболее распространенные промышленные интерфейсы
- модели взаимодействия в промышленных сетях

- типы данных в промышленных сетях и предъявляемые ими требования к надежности передачи
- дифференциальный способ передачи сигнала
- особенности проектирования сети под четырехпроводной интерфейс 485
- особенности гальванической изоляции интерфейса и согласования линии с передатчиком и приемником
- интерфейс «токовая петля», отличие цифровой и аналоговой токовой петли
- область применения HART протокола
- особенности адресации в HART протоколе
- сеть ModBus, преимущества и недостатки
- режим ModBus RTU
- номенклатуру и особенности применения языков стандарта МЭК 61131-3
- виды коррекции выполняемых блоками обработки входных сигналов
- выходные устройства дискретного типа и области применения
- выходные устройства аналогового типа и области применения
- состав и назначение логических устройств контроллера
- компоненты программного обеспечения АСУ
- языки стандарта МЭК 61131-3
- состав и возможности ПЛК МИК 52
- архитектуру OPC
- основные функции SCADA

уметь:

- рассчитывать параметры терминирования линии в зависимости от нагрузки
- объединять в сеть устройства с интерфейсом 485
- работать с датчиками с интерфейсом токовая петля
- организовывать обмен по протоколу ModBus RTU на уровне команд
- осуществлять коррекцию характеристики датчиков
- задавать параметры цифровой фильтрации входных сигналов
- составлять FBD программы
- программировать обмен данными между ПК и ПЛК
- создавать распределенные системы из нескольких ПЛК, объединенных в сеть
- настраивать OPC сервер

владеть:

- навыками написания программ для взаимодействия по протоколу ModBus RTU
- навыками программирования ПЛК
- навыками конфигурирования аналоговых выходов ПЛК
- навыками конфигурирования ПЛК МИК 52
- навыками программирования ПЛК МИК 52
- навыками подключения ПЛК к сети 485
- навыками составления FDB программ в редакторе Alfa
- навыками использования редактора Alfa для отладки программ в реальном времени
- навыками работы с OPC серверами
- навыками построения человеко-машинного интерфейса на базе SCADA системы

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной образовательной программы (ОПОП ВО):

профессиональных:

ПК-3.1: Формализует и алгоритмизирует задачи автоматизации управления изделиями мехатроники и робототехники;

ПК-3.2: Способен к написанию программного кода для изделий мехатроники и робототехники с использованием языков программирования, определения и манипулирования данными;

4. Структура и содержание дисциплины**4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы**

Вид учебной работы	Объем часов (з.е.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Объем учебной дисциплины (всего)	72 (2 з.е.)	-	72 (2 з.е.)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего) в том числе:	42	-	8
Лекции	14	-	2
Семинарские занятия	-	-	-
Практические занятия	-	-	-
Лабораторные работы	28	-	6
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
Индивидуальное задание	-	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	30	-	64
Форма аттестации	зачет	-	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Архитектура автоматизированной системы управления

Виды и состав САУ. Датчики, измерительные преобразователи, модули аналогового и дискретного ввода, управляющие ЭВМ и программируемые логические контроллеры. Декомпозиция САУ. Уровни иерархии АСУ. Понятие промышленно контроллера. Способы построения. Типовой состав контроллера. Программные компоненты АСУ. Языки МЭК 61131-3. Основные принципы. Контактные-релейные схемы. Список инструкций. Структурированный текст. Диаграммы функциональных блоков. Последовательные функциональные схемы.

Тема 2. Физические блоки ПЛК

Входные устройства. Коррекция. Цифровая фильтрация. Полоса и глубина сглаживающего фильтра. Постоянная времени. Влияние цифровой фильтрации на реакцию прибора. Дискретные выходные устройства. Транзисторные и симисторные оптопары. Твердотельные реле. Устройства аналогового типа. Стандарт 4-20mA. Стандарт 0-10V.

Тема 3. Логические блоки ПЛК

Назначение и виды логических устройств. Двухпозиционный регулятор, типы логики. ШИМ регулятор. ПИД регулятор.

Тема 4. Промышленные сети, интерфейсы

Понятие сетевого интерфейса. Основные параметры интерфейсов. Понятие протокола. Модели взаимодействия в промышленных сетях. Одно- и многомастерные сети. Типы данных в промышленных сетях. Топологии промышленных сетей. Принцип действия "токовой петли". Преимущества и недостатки токовой петли. Аналоговая и цифровая токовая петля. Преимущества интерфейса 485. Двух- и четырехпроводной интерфейс. Достоинства и недостатки четырехпроводного интерфейса. Стандартные параметры. Гальваническая изоляция. Согласование линии и терминальные резисторы. Высокоомное состояние и устранении неопределенности линии. Сквозные токи. Выбор кабеля. Интерфейсы 422/232.

Тема 5. Контроллер микропроцессорный МИК-52Н

Назначение и общие характеристики. Основные свойства контроллера. Базовые архитектурные элементы. Аппаратура оперативного управления и настройки. Аппаратура интерфейсного канала. Функциональные блок-диаграммы. Библиотека функциональных блоков. Входы, выходы и реквизиты функциональных блоков. Инверсия сигналов. Задачи и правила конфигурирования. Типы сигналов, параметров и типы данных. Цикличность работы и задержка обслуживания функциональных блоков.

Тема 6. Сетевая архитектура контроллера МИК-52

Преимущества и недостатки ModBus. Реализуемые уровни модели OSI. Режимы передачи. Режим RTU. Физический уровень. Адресация. Формат фрейма. Коды команд. Сетевая адресация контроллеров. Возможности обмена информацией между контроллерами. Комбинированный обмен. Коммуникационные функции.

Тема 7. Редактор FBD-программ АЛЬФА

Назначение и общая характеристика. Интерфейс пользователя. Составление FBD-программы. Конфигурация проекта. Проверка программы. Поиск устройств. Определение состояния контроллера. Запись программы. Отладка программы.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Архитектура автоматизированной системы управления	2	-	0,5
2	Физические блоки ПЛК	2	-	0,5
3	Логические блоки ПЛК	2	-	-
4	Промышленные сети, интерфейсы	2	-	0,5
5	Контроллер микропроцессорный МИК-52Н	2	-	0,5
6	Сетевая архитектура контроллера МИК-52	2	-	-
7	Редактор FBD-программ АЛЬФА	2	-	-
Итого:		14	-	2

4.4. Практические (семинарские) занятия

Не предусмотрены

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Первоначальная настройка, подключение к сети и программирование контроллера МИК-52	2	-	0,5
2	Подключение дискретных входов/выходов контроллера, FDB программирование комбинаторных функций	2	-	0,5
3	Программирование триггеров и счетчиков, система управления дискретным процессом	2	-	0,5
4	Оперативное управление с передней панели контроллера, программирование пользовательской панели	2	-	0,5

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
5	Импульсные входы/выходы, разработка цифрового тахометра	2	-	0,5
6	Аналоговые входы/выходы, калибровка и подключение, обработка сигналов резистивных датчиков	4	-	0,5
7	Подключение шагового двигателя, синтез алгоритма управления	2	-	0,5
8	Разработка САУ с локальными цифровыми и аналоговыми задатчиками	4	-	0,5
9	Реализация протокола MODBUS в контроллере, связь с управляющей ЭВМ	4	-	1
10	Интеграция САУ на основе контроллера в SCADA системы	4	-	1
Итого:		28	-	6

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Архитектура автоматизированной системы управления	работа с литературой	2	-	6
2	Физические блоки ПЛК	работа с литературой, подготовка отчетов	6	-	10
3	Логические блоки ПЛК	работа с литературой, подготовка отчетов	4	-	10
4	Промышленные сети, интерфейсы	работа с литературой, подготовка отчетов	6	-	10
5	Контроллер микропроцессорный МИК-52Н	работа с литературой, подготовка отчетов	4	-	10
6	Сетевая архитектура контроллера МИК-52	работа с литературой, подготовка отчетов	4	-	10
7	Редактор FBD-программ АЛЬФА	работа с литературой, подготовка отчетов	4	-	8
Итого:			30	-	64

4.7. Курсовые работы/проекты

Не предусмотрены

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

- технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

- технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

- технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

- технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим практические занятия в следующих формах:

- лабораторные работы;

- защита результатов лабораторных работ (устная форма).

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы контроля, позволяющие оценить результаты промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточный контроль по результатам освоения дисциплины проходит в форме зачета, который включает в себя ответ на теоретические вопросы.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Денисенко В.В., Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / Денисенко В.В. - М. : Горячая линия - Телеком, 2013. - 584 с. - ISBN 978-5-9912-0060-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991200608.html> (дата обращения: 12.03.2023). - Режим доступа : по подписке.

2. Петров И.В., Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Петров И.В. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2004. - 256 с. - ISBN 5-98003-079-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980030794.html> (дата обращения: 12.03.2023). - Режим доступа : по подписке.
3. Кангин В.В., Аппаратные и программные средства систем управления. Промышленные сети и контроллеры / Кангин В.В. - М. : БИНОМ, 2010. - 418 с. - ISBN 978-5-94774-908-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785947749083.html> (дата обращения: 12.03.2023). - Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература

1. КОНТРОЛЛЕР МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ МИК-50, МИК-51, МИК-51Н, МИК-52, МИК-52Н, МИК-53Н, МИК-127 Руководство по эксплуатации ПРМК.421457.005 РЭ2 - Текст : электронный [сайт]. - URL : http://microl.ua/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=72&task=finish&cid=430&catid=219&lang=ru (дата обращения: 12.03.2023). - Режим доступа : свободный
2. КОНТРОЛЛЕР МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ МИК-52Н Руководство по эксплуатации ПРМК.421457.009 РЭ1 - Текст : электронный [сайт]. - URL: http://microl.ua/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=72&task=finish&cid=429&catid=219&lang=ru (дата обращения: 12.03.2023). - Режим доступа : свободный
3. Программный пакет Редактор FBD-программ АЛЬФА для контроллеров серий МИК-51 и МИК-52. Руководство по эксплуатации ПРМК.426000.003 РЭ, 2012 - Текст : электронный [сайт]. - URL : http://microl.ua/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=72&task=finish&cid=191&catid=13&lang=ru (дата обращения: 12.03.2023). - Режим доступа : свободный
4. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник. - М.: Техносфера, 2005. - 592 с. - Текст : электронный [сайт]. - URL : https://www.studmed.ru/frayden-d-sovremennye-datchiki-spravochnik_6c347866c99.html (дата обращения: 12.03.2023). - Режим доступа : свободный

в) методические указания

1. Конспект лекций по дисциплине «Аппаратная реализация промышленных логических контроллеров» (электронное издание) / Составители: Д.О. Синепольский, В.В. Макогон – Луганск: изд-во ЛГУ им. В. Даля, 2023. – 126 с.

2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Аппаратная реализация промышленных логических контроллеров» (электронное издание) / Составители: Д.О. Синепольский, В.В. Макогон – Луганск: изд-во ЛГУ им. В. Даля, 2023. – 57 с.

г) Интернет-ресурсы:

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Аппаратная реализация промышленных логических контроллеров» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Аппаратное обеспечение: лабораторный стенд ПКИС МИК 52 на базе промышленного логического программируемого контроллера Микрол МИК-52, преобразователя интерфейса БПИ-52, оснащенный Web камерой для трансляции изображения на экран мультимедийного проектора.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет; презентационная техника (проектор, экран, компьютер); рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Реализация Windows API с поддержкой коммуникационных портов	WineHQ	https://wiki.winehq.org/Download

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Система программирования на языке FBD	Microl Alfa 2.0	http://www.microl.ua/
Система программирования на языке высокого уровня	Code::Blocks (GNU C++ 4.x)	http://www.codeblocks.org/downloads
OPC сервер	Microl OPC Server	http://www.microl.ua/
SCADA система	Visual Intellect	http://www.microl.ua/
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Отображение файлов в формате PDF	Foxit Reader	https://www.foxitsoftware.com/downloads/ (Free Download)
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx