

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Факультет Инновационных технологий
Кафедра управления инновациями

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

по дисциплине Программирование промышленных контроллеров

Составлены кафедрой управления инновациями для студентов, обучающихся
по направлению подготовки «Инноватика»

Форма обучения очная

Составитель
доцент кафедры управления инновациями

М.Е.Антипин
«10» октября 2018 г.

Томск 2018

Оглавление

Введение	3
Материально-техническое обеспечение практических занятий	3
Прием результатов выполнения практических заданий	3
Задания для практических занятий	4
Вопросы для самоконтроля	8
Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	9

Введение

Дисциплина «Программирование промышленных контроллеров» играет важную роль в формировании профессиональных знаний в области инноватики. Изучение дисциплины имеет целью получение знаний о назначении, функциях и архитектуре программируемых логических контроллеров (ПЛК), а также навыков их конфигурирования и программирования, а также формирование умений и навыков разработки компьютерных моделей исследуемых процессов и систем. Полученные знания и навыки могут быть использованы при управлении инновациями в электронной технике.

Практические задания, предусмотренные настоящими указаниями, выполняются студентами во время аудиторных занятий индивидуально под контролем со стороны преподавателя. Все консультации осуществляются преподавателем.

Перед началом занятий студенты должны изучить инструкцию по охране труда. Преподаватель должен убедиться в знании инструкции, задавая студенту вопросы по ее содержанию, после чего сделать соответствующую запись в журнале охраны труда.

Во время проведения практических занятий в аудитории студентам запрещается передавать друг другу файлы и другие материалы, являющиеся результатом выполнения заданий.

Студент имеет право просить консультации у преподавателя, если он в текущий момент не распределяет задания, не принимает выполненные работы и не консультирует другого студента.

Преподаватель, давая консультацию студенту, указывает раздел технической документации или методической литературы, в которой имеется ответ на вопрос студента. Если необходимые сведения в документации и литературе отсутствуют, то преподаватель должен дать устные пояснения или продемонстрировать практические действия, приводящие к требуемому результату, с последующим повторением студентом.

Консультации, выдача практических заданий и прием результатов выполнения осуществляется только во время аудиторных занятий. Задания выполняются последовательно. Правильное выполнение некоторых заданий возможно только, если студент корректно выполнил предыдущие задания. Поэтому приступать к следующему заданию студент может, только сдав преподавателю результат выполнения предыдущего.

Материально-техническое обеспечение практических занятий

Практические занятия проводятся в Лаборатории систем управления технологическими процессами учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 318 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Стенд лабораторный 01 ИФУГ 421463.215 (12 шт.);
- АРМ студента (12 шт.);
- АРМ преподавателя;
- Проектор LG RD-DX 130;
- Доска маркерная;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Размещение и освещенность рабочих мест в учебной аудитории (лаборатории) должно удовлетворять действующим требованиям санитарных правил и норм (СанПиН).

Прием результатов выполнения практических заданий

Результаты выполнения практических заданий демонстрируются преподавателю. Во время приема выполненной работы преподаватель вправе:

- Требовать у студента демонстрации выполненного задания в виде файлов, таблиц, мнемосхем, рисунков, графиков или диаграмм, в том числе, по возможности и необходимости, в бумажном письменном или распечатанном виде.

- Самостоятельно производить манипуляции с программным обеспечением, не изменяя его конфигурацию.
- Требовать у студента пояснений, относящихся к способам реализации задания.

Задание считается выполненным и принимается преподавателем только в том случае, если получены все результаты, предусмотренные заданием. Если какие то результаты, предусмотренные заданием, не получены или неверны, то задание подлежит доработке.

Студент должен работать внимательно и аккуратно. Подлежат обязательному исправлению замеченные преподавателем недочеты:

- грамматические ошибки;
- небрежное оформление рисунков, графиков, структур, схем;
- неточности в описаниях, структурах, схемах.

Результаты выполнения заданий сохраняются студентом в электронном виде (файлы), а также, если возможно и удобно, в бумажном формате, до получения зачета по данной дисциплине.

До начала экзаменационной сессии студент должен сдать результаты выполнения всех практических заданий, предусмотренным настоящими указаниями. В противном случае студенты к сдаче зачета не допускаются.

Задания для практических занятий

1. Общая схема автоматизации технологических процессов. Место и назначение устройств сбора-передачи данных(УСПД). Цель занятия: определить роль промышленных контроллеров, используемых в автоматизации производства. Занятие проводится в форме мозгового штурма, модерлируемого преподавателем:

Исходные данные: необходимо обеспечить управление технологическим оборудованием с автоматизированного рабочего места оператора в многопользовательском режиме.

Форма представления результата: схема и функции ПЛК (программируемого логического контроллера).

2. Характерные черты ПЛК, выделяющие их в отдельный класс УСПД. Отличие ПЛК от микроконтроллеров. Функции ПЛК. Цель занятия: окончательно закрепить понятие ПЛК. Занятие проводится в форме семинара. Задания для студентов:

- 2.1. Сформулировать основные типы УСПД.
- 2.2. Выделить отличия ПЛК от УСПД других типов.
- 2.3. Перечислить преимущества и недостатки использования ПЛК.
- 2.4. Выделить основные, вспомогательные и дополнительные функции ПЛК.
- 2.5. Сформулировать отличия ПЛК от микроконтроллеров.

3. Типы данных в ПЛК. Цель занятия: освоить основные типы данных, используемые в управлении технологическими процессами. Занятие проводится в форме семинара. Студенты осваивают назначение, размер, источники, варианты обработки и тип данных:

- 3.1. Телеизмерений.
- 3.2. Телесигнализации.
- 3.3. Телеуправления.
- 3.4. Телерегулирования.
- 3.5. Статистической информации.
- 3.6. Качества сигнала.
- 3.7. Статуса сигнала.
- 3.8. Метки времени сигнала.

4. Коммуникационные возможности ПЛК. Цель занятия: освоить и закрепить понятия интерфейса, протокола, адреса. Занятие проводится в форме семинара. Студенты изучают основные интерфейсы промышленной передачи данных:

- 4.1. RS-232
- 4.2. RS-485
- 4.3. Industrial Ethernet

5. Протоколы передачи данных, применяемые в промышленных сетях. Цель занятия: познакомиться с распространенными промышленными протоколами передачи данных. Занятие проводится в форме семинара. Студенты изучают основные протоколы промышленного обмена данными:

- 1.1. ModBus
- 1.2. ModBus+
- 1.3. CAN
- 1.4. IEC 60870
- 1.5. ZigBee
- 1.6. HART

6. Промышленные стандарты на ПЛК. Цель занятия: разобрать промышленные стандарты и требования, которые они предъявляют к ПЛК. Занятие проводится в форме семинара. Обсуждаются стандарты:

- 6.1. IEC 61131
- 6.2. IEC 60870
- 6.3. ГОСТ Р МЭК 61508

7. Модульная архитектура ПЛК. Цель занятия: изучить принципы формирования модульного состава ПЛК. Занятие проводится в форме семинара. Обсуждаются назначения и функции модулей:

- 7.1. Питания.
- 7.2. Центрального процессора.
- 7.3. Ввода-вывода
- 7.4. Коммуникационных.

8. Модули ввода-вывода и их функции. Цель занятия: познакомиться с основными видами модулей ввода-вывода. Занятие проводится в форме семинара. Обсуждаются назначение, характеристики и особенности работы следующих типов модулей:

- 8.1. Дискретного ввода.
- 8.2. Дискретного вывода.
- 8.3. Аналогового ввода.
- 8.4. Аналогового вывода.
- 8.5. Аналогового ввода-вывода (регуляторы).

9. Коммуникационные модули и их назначение. Цель занятия: познакомиться с основными функциями и особенностями работы распространенных коммуникационных модулей. Занятие проводится в форме семинара. Обсуждаются назначение, характеристики и особенности работы модулей:

- 9.1. ModBus RTU
- 9.2. ModBus TCP
- 9.3. IEC
- 9.4. Беспроводной связи

10. Функции модуля центрального процессора. Цель занятия: определить роль модуля ЦП. Занятие проводится в форме семинара. Обсуждаются функции модуля ЦП:

- 10.1. Опрос периферийных модулей
- 10.2. Опрос удаленных модулей
- 10.3. Выполнение пользовательской задачи
- 10.4. Резервирование модулей

11. Операционная система ПЛК. Цель занятия: изучить требования к ОС ПЛК. Занятие проводится в форме семинара. Обсуждаются следующие особенности ОС ПЛК:
- 11.1. Обеспечение жесткого реального времени.
 - 11.2. Режим опроса модулей и ожидания входных данных
 - 11.3. Логгирование работы ПЛК
12. Среда выполнения пользовательских задач. Цель занятия: познакомиться со средой исполнения пользовательской задачи ПЛК. Занятие проводится в форме семинара. Обсуждаются:
- 12.1. Процесс исполнения пользовательской задачи.
 - 12.2. Ведущие производители средств программирования ПЛК.
13. Конфигурация ПЛК. Параметры отдельных модулей. Цель занятия: научиться конфигурировать ПЛК. Занятие проводится с использованием ЭВМ АРМ студента. Задания:
- 13.1. Подключиться к ПЛК программой PultPC
 - 13.2. Сохранить конфигурацию ПЛК.
 - 13.3. Открыть сохраненную конфигурацию для редактирования программой ElsyTMManager
 - 13.4. Сохранить измененную конфигурацию.
 - 13.5. Загрузить новую конфигурацию в ПЛК.
14. Журнал работы ПЛК. Цель занятия: научиться работать с журналом ПЛК. Занятие проводится с использованием ЭВМ АРМ студента. Задания:
- 14.1. Загрузить журнал работы ПЛК
 - 14.2. Разобрать все ситуации, наблюдаемые за последние сутки работы, но не менее 20 записей.
15. Настройка модулей аналогового и дискретного ввода. Цель занятия: научиться конфигурировать модули ввода-вывода. Занятие проводится с использованием ЭВМ АРМ студента. Задания:
- 15.1. Сформировать сигналы ТС и настроить модуль дискретного ввода.
 - 15.2. Сформировать сигналы ТИ и настроить модуль аналогового ввода.
 - 15.3. Загрузить новую конфигурацию в ПЛК и проверить корректность работы по журналу.
16. Формирование физических адресов сигналов в промышленной сети. Цель работы: научиться конфигурировать промышленные сети. Занятие проводится с использованием ЭВМ АРМ студента. Задания:
- 16.1. Сконфигурировать модуль МЭК мастер.
 - 16.2. Сконфигурировать виртуальный модуль ModBusTCP.
 - 16.3. Загрузить новую конфигурацию в ПЛК и проверить корректность работы по журналу.
17. Конфигурирование и диагностика ПЛК ЭЛСИ-ТМ. Цель работы: научиться диагностировать работу ПЛК ЭЛСИ-ТМ. Занятие проводится с использованием ЭВМ АРМ студента. Задания:
- 17.1. Получить индивидуальное задание на изменение конфигурации ПЛК у преподавателя.
 - 17.2. Загрузить конфигурацию из контроллера.
 - 17.3. Внести и сохранить изменения в конфигурации.
 - 17.4. Загрузить измененную конфигурацию в ПЛК.
 - 17.5. Диагностировать корректность работы ПЛК по журналу и с помощью программы PultPC.
18. Настройка обмена данными между ПЛК ЭЛСИ-ТМ и сервером ввода-вывода. Цель занятия: обеспечить обмен данными между сервером ввода-вывода и ПЛК. Занятие проводится с использованием ЭВМ АРМ студента. Задания:
- 18.1. Сконфигурировать сигналы ТС, ТУ, ТИ и ТР в ПЛК и сервере ввода вывода.

- 18.2. Настроить адреса по протоколу ModBus.
- 18.3. Обеспечить перекладку значений ТУ в ТС, ТР в ТИ при работе ПЛК.
- 18.4. Организовать обмен данными. Контролировать подачей сигналов ТУ, ТР.
19. Языки программирования ПЛК. Стандарт IEC 61131-3. Цель занятия: познакомиться со стандартными языками программирования ПЛК. Занятие проводится в форме семинара. Обсуждаются основные языковые конструкции для:
 - 19.1. ST – structured text
 - 19.2. IL – instruction list
 - 19.3. LD – ladder diagram
 - 19.4. FBD – function bloc diagram
20. Назначение, состав и функции программного обеспечения для программирования ПЛК. Цель занятия: познакомиться с видами программного обеспечения ПЛК. Занятие проводится в форме семинара. Обсуждаются следующие компоненты программного обеспечения ПЛК:
 - 20.1. Встраиваемое ПО модулей
 - 20.2. Среда программирования пользовательской задачи
 - 20.3. Среда исполнения пользовательской задачи
21. Обобщенная структура ПЛК. Цель занятия: изучить режим выполнения пользовательской задачи в ПЛК. Занятие проводится в форме семинара. Обсуждаются следующие аспекты работы ПЛК:
 - 21.1. Входные данные, их источники и режимы поступления.
 - 21.2. Выходные данные и их назначение модулям.
 - 21.3. Внутренние переменные ПЛК
 - 21.4. Возможности останова программы и причины заикливания.
22. Программы, управляемые потоком данных. Цель занятия: познакомиться с концепцией ЭВМ, управляемых потоком данных. Занятие проводится в форме семинара. Обсуждаются следующие вопросы:
 - 22.1. Архитектура систем УПД
 - 22.2. Операции в системах УПД
 - 22.3. Связь систем УПД и ПЛК
23. Отладка программ в ПЛК. Цель занятия: изучить средства отладки программ в ПЛК. Занятие проводится с использованием ЭВМ АРМ студента. Задания:
 - 23.1. Набрать в среде OpenPCS программу, предложенную преподавателем.
 - 23.2. Проверить и исправить синтаксис программы.
 - 23.3. Скомпилировать программу и разобрать ошибки, возникшие при компиляции.
24. Знакомство со средой программирования OpenPCS: разработка программы «Старт-Стоп» для симулятора ПЛК. Занятие проводится с использованием ЭВМ АРМ студента. Задания:
 - 24.1. Разработать программу на языке ST.
 - 24.2. Разработать программу на языке IL.
 - 24.3. Разработать программу на языке LD.
 - 24.4. Разработать программу на языке FBD.
25. Разработка и отладка программы «Старт-стоп» в ПЛК ЭЛСИ-ТМ. Цель занятия: наработка навыков программирования ПЛК. Занятие проводится с использованием ЭВМ АРМ студента. Задания:
 - 25.1. Разработать функциональный блок, реализующий алгоритм «Старт-стоп».
 - 25.2. Добавить программу FBD с использованием пользовательского функционального блока.
 - 25.3. Прошить и отладить работу программы в ПЛК ЭЛСИ-ТМ.

26. Программирование ПЛК ЭЛСИ-ТМ: обработка ввода числовых значений. Цель занятия: наработка навыков программирования ПЛК. Занятие проводится с использованием ЭВМ АРМ студента. Задания:

- 26.1. Реализовать ввод десятичных значений с помощью кнопочного пульта.
- 26.2. Реализовать поразрядный ввод двоичных значений с помощью кнопочного пульта.
- 26.3. Отладить работу программ в ПЛК ЭЛСИ-ТМ.

27. Обработка ввода сигналов с аналоговых датчиков. Цель занятия: наработка навыков программирования ПЛК. Занятие проводится с использованием ЭВМ АРМ студента. Задания:

- 27.1. Сконфигурировать получение сигнала с аналогового датчика.
- 27.2. Организовать программный пересчет полученных значений в инженерные единицы измерения.

28. Подключение к ПЛК удаленных модулей ввода-вывода. Цель занятия: наработка навыков программирования ПЛК. Занятие проводится с использованием ЭВМ АРМ студента. Задания:

- 28.1. Сконфигурировать коммуникационные модули на опрос удаленного модуля дискретного ввода.
- 28.2. Сконфигурировать опрос удаленного модуля в модуле ЦП
- 28.3. Подключить сигналы ТС удаленного модуля к пользовательской задаче.

29. Разработка алгоритмов автоматического управления объектом резервуарный парк. Цель занятия: наработка навыков программирования ПЛК. Занятие проводится с использованием ЭВМ АРМ студента. Задания:

- 29.1. Запрограммировать алгоритм автоматического достижения и удержания заданного уровня резервуара.
- 29.2. Запрограммировать алгоритм периодического перелива из одного резервуара в другой.

Вопросы для самоконтроля

1. Общая схема автоматизации технологических процессов.
2. Место и назначение устройств сбора- передачи данных (УСПД).
3. Характерные черты ПЛК, выделяющие их в отдельный класс УСПД.
4. Отличие ПЛК от микроконтроллеров.
5. Функции ПЛК.
6. Типы данных в ПЛК.
7. Коммуникационные возможности ПЛК.
8. Протоколы передачи данных, применяемые в промышленных сетях.
9. Промышленные стандарты на ПЛК.
10. Модульная архитектура ПЛК.
11. Модули ввода и их функции.
12. Модули вывода и их функции.
13. Коммуникационные модули и их назначение.
14. Функции модуля центрального процессора.
15. Операционная система ПЛК.
16. Среда выполнения пользовательских задач.
17. Конфигурация ПЛК.
18. Параметры отдельных модулей.
19. Журнал работы ПЛК.
20. Языки программирования ПЛК.
21. Стандарт ИЕС 61131- 3.

22. Назначение, состав и функции программного обеспечения для программирования ПЛК.
23. Обобщенная структура ПЛК.
24. Программы, управляемые потоком данных.
25. Отладка программ в ПЛК.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Микропроцессорные системы [Текст]: Учебное пособие для вузов / В. Я. Хартов. - М.: Академия, 2010. - 352 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)
2. Основы микропроцессорной техники: учебное пособие / Ю. В. Новиков, П. К. Скоробогатов. - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2012 ; М. : БИНОМ, 2012. - 358 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

Дополнительная литература

1. Информационные технологии систем управления технологическими процессами : Учебник для вузов / М. М. Благовещенская, Л. А. Злобин. - М.: Высшая школа, 2005. - 767 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
2. Автоматизированные комплексы распределенного управления: Учебное пособие / Д. А. Рождественский; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании. - Томск: ТУСУР, 2007. - 179 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 35 экз.)
3. Микропроцессорные устройства и системы: учебное пособие / А. В. Шарапов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТМЦДО, 2008. - 152 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)