

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ЧУДПО «ИПА»



Илларионов А.В.

«01» апреля 2024

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
«REGUL. Контроллеры. Базовый курс»

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. **Цель программы:** научить слушателей решать задачи автоматизации на базе ПЛК REGUL RX00 компании ООО «РегЛаб», ознакомится со структурой и методикой программирования контроллеров, средствами диагностики и отладки программного обеспечения.

1.2. **Планируемые результаты освоения дополнительной профессиональной программы:**

Обучающийся должен знать: приёмы работы со средой разработки ASTRA.IDE, состав серий контроллеров Regul, отличительные особенности сборки проектов на контроллерах Regul разных серий.

Обучающийся должен уметь: конфигурировать, настраивать, диагностировать и программировать системы, построенные на базе Regul R500.

1.3. **Организационно-педагогические условия:**

Категория слушателей: начальники отделов, ведущие специалисты и инженеры в областях проектирования, разработки, обслуживания и сопровождения систем автоматизации.

Трудоёмкость программы: 40 академических часов.

Форма обучения: очная с отрывом от работы.

Форма и режим занятий:

- занятия групповые: 5-8 человек;
- срок обучения - 5 рабочих дней, 40 академических часов;
- продолжительность занятий - 8 академических часов в день с переменами 10 минут и обеденным перерывом 45 минут.

Календарный график учебного процесса

№	Наименование модуля	Всего часов по учебному плану	День 1	День 2	День 3	День 4	день 5
1	REGUL. Контроллеры. Базовый курс	39	8	8	8	8	7
2	Итоговая аттестация	1					1

1.4. **Система оценки качества освоения программы.**

Итоговая аттестация проводится в форме **зачета с оценкой**. Преподаватель выдает каждому слушателю одну из контрольных задач. Слушатели выполняют задание с использованием стенда. По результатам выполнения задания выставляется оценка в соответствии с критериями:

Критерий оценки	Оценка
Задание выполнено самостоятельно без помощи преподавателя.	отлично
Задание выполнено с небольшими подсказками преподавателя	хорошо
Задание выполнено с регулярной помощью преподавателя	удовлетворительно
Задание не выполнено. Слушатель не понимает, как выполнять задание, несмотря на помощь преподавателя.	неудовлетворительно

1.5. Педагогические кадры: реализация программы обеспечивается педагогическими кадрами, имеющими высшее образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины и имеющим опыт деятельности в организациях соответствующей профессиональной сферы.

1.6. Материально-технические условия.

1.6.1. Для очного обучения. Учебный процесс происходит в аудитории, оборудованной проектором с экраном, учебной доской с маркерами, стендами. Лекционные занятия проводятся с использованием проектора, учебной доски и образцов изучаемого оборудования. Для практических занятий используются 4 стенда в составе: 2-х компьютеров, контроллера ООО «РегЛаб», имитатора сигналов с исполнительным устройством в виде конвейерной ленты. За одним стендом могут располагаться один или два слушателя;

1.7. Учебно-методическое обеспечение реализации программы. Для организации учебного процесса используется: аудитория, компьютеры, стенды, проектор с экраном, доска с маркерами, презентация. Обучающиеся обеспечиваются печатным учебным пособием, блокнотом, ручкой.

2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН
программы повышения квалификации
«REGUL. Контроллеры. Базовый курс»

№	Наименование разделов	Лекции	Практические занятия	Всего часов
1	Типовая архитектура САУ. Обзор. Характеристики. Устройство, подключение, монтаж, ввод в действие Regul R400/R500 . Работа с сайтом компании ООО «РегЛаб». Обращение в техподдержку. ASTRA.IDE . Настройка аппаратной конфигурации проекта. Компонент Сканер сети. Структура проекта. Адресация, типы данных, объявление переменных.	3,7	1,7	5,4
2	Программирование: Типы данных. Битовая логика, арифметические операции, преобразование типов данных, операции сравнения, булева логика. Таймеры и счетчики. Функциональные блоки. Функции. Обработка аналоговых величин, масштабирование.	4,4	5,5	9,9
3	Средства отладки и диагностики: системная информация и диагностика, просмотр информации ЦПУ и модулей, журнал событий, пошаговая отладка, online-отладка. Трассировки. Запись и фиксация переменных. Виртуальный ПЛК. Работа с файлами логов. Обзор службы SNMP-сервера.	1,8	1,7	3,5
4	Визуализация.	1,5	2,5	4,0
5	Информационная безопасность.	1,0	1,0	2,0
6	Работа с сетью. Передача данных по протоколам: ModBus (RTU, TCP), IEC-101/104, OPC DA/UA.	3,0	4,0	7,0
7	Резервирование.	1,0	2,0	3,0
8	Работа с файловой системой.	0,8	1,0	1,8
9	Создание и подключение пользовательских библиотек.	0,6	1	1,6
10	Функции для работы с датой и временем.	0,3	0,5	0,8
11	Итоговая аттестация.	Зачет с оценкой		1
Итого часов		18,1	20,9	40

3. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН программы повышения квалификации «REGUL. Контроллеры. Базовый курс»

№	Наименование разделов	Лекции	Практические занятия	Всего часов
1	Типовая архитектура САУ. Обзор. Характеристики. Устройство, подключение, монтаж, ввод в действие Regul R400/R500 . Работа с сайтом компании ООО «РегЛаб». Обращение в техподдержку. ASTRA.IDE . Настройка аппаратной конфигурации проекта. Компонент Сканер сети. Структура проекта.	3,7	1,7	5,4
1.1	САУ. Обзор. Аппаратное обеспечение: контроллеры, панели оператора, АРМ, сервера.	0,4	-	0,4
1.2	Характеристики Regul R500. Устройство, подключение, монтаж.	0,8	0,4	1,2
1.2.1	Характеристики.	0,2	0,1	0,3
1.2.2	Устройство.	0,2	0,1	0,3
1.2.3	Подключение и монтаж.	0,2	0,1	0,3
1.2.4	Ввод в действие.	0,2	0,1	0,3
1.3	Характеристики Regul R400. Устройство, подключение, монтаж.	0,2	-	0,2
1.3.1	Характеристики.	0,05	-	0,05
1.3.2	Устройство.	0,05	-	0,05
1.3.3	Подключение и монтаж.	0,05	-	0,05
1.3.4	Ввод в действие.	0,05	-	0,05
1.4	Работа с сайтом компании ООО «РегЛаб». Обращение в техподдержку.	0,1	-	0,1
1.5	Общее описание программной части контроллера REGUL и ее взаимодействия со средой разработки ASTRA.IDE.	0,5	0,1	0,6
1.5.1	Сервисы ASTRA.IDE в операционной системе контроллера.	0,1	-	0,1
1.5.2	Обзор среды разработки ASTRA.IDE. Создание нового проекта.	0,2	0,1	0,2
1.5.3	Структура пользовательского приложения.	0,2	-	0,3
1.6	Подключение к контроллеру. Компонент Сканер сети.	0,3	0,1	0,4
1.6.1	Первичная настройка ПЛК в Сканере сети.	0,2	0,10	0,3
1.6.2	Экспорт сетевой конфигурации.	0,1	0,1	0,2
1.7	Настройка аппаратной конфигурации проекта: CPU, модулей ввода/вывода, HART-датчиков, коммуникационных модулей.	0,6	0,4	1,0
1.7.1	Настройка CPU.	0,1	0,1	0,2
1.7.2	Настройка модулей ввода/вывода.	0,2	0,2	0,4
1.7.3	Настройка обмена с HART-датчиками.	0,1	-	0,1
1.7.4	Настройка коммуникационных модулей.	0,2	0,1	0,3

№	Наименование разделов	Лекции	Практические занятия	Всего часов
1.8	Структура проекта.	0,3	0,3	0,6
1.8.1	Конфигурация задач.	0,1	-	0,1
1.8.2	Обзор языков программирования.	0,2	0,3	0,5
1.9	Адресация и области памяти контроллера. Типы данных контроллера. Объявление переменных.	0,4	0,3	0,7
1.9.1	Адресация и области памяти контроллера.	0,1	-	0,1
1.9.2	Простые типы данных контроллера. Объявление переменных.	0,1	0,1	0,2
1.9.3	Переменные с фиксированной адресацией (%M). Глобальные, локальные, сохраняемые (RETAIN и PERSISTENT) переменные.	0,1	0,1	0,2
1.9.4	DUT - пользовательские типы данных. Структуры, перечисления, объединения. Битовые параметры внутри структуры.	0,1	0,1	0,2
2.	Программирование. Битовая логика. Арифметические операции, преобразование типов данных, операции сравнения, булева логика. Таймеры и счетчики. Функциональные блоки. Функции. Способы работы со входами и выходами контроллера. Обработка аналоговых величин, масштабирование.	4,4	5,5	9,9
2.1	Битовая логика.	0,3	0,5	0,8
2.2	Преобразование типов данных.	0,3	0,4	0,7
2.3	Операции сравнения.	0,3	0,5	0,8
2.4	Булева логика.	0,3	0,5	0,8
2.5	Работа с таймерами.	0,5	0,5	1,0
2.6	Работа со счетчиками.	0,3	0,3	0,6
2.7	Форматы типов данных для таймеров.	0,1	0,3	0,4
2.8	Объявление параметров.	0,5	0,5	1,0
2.9	Вызов функций.	0,5	0,5	1,0
2.10	Операции с входами и выходами, реализуемые через среду разработки.	0,5	0,5	1,0
2.11	Связывание с переменными программы соотнесение входов/выходов (IO Mapping).	0,2	0,5	1,0
2.12	Обработка аналоговых величин, масштабирование.	0,3	0,5	0,8
3.	Средства отладки и диагностики: системная информация и диагностика, просмотр информации ЦПУ и модулей, журнал событий, пошаговая отладка, online-отладка. Трассировки. Запись и фиксация переменных. Виртуальный ПЛК. Работа с файлами логов. Обзор службы SNMP-сервера.	1,8	1,7	3,5
3.1	Состояние внешних сетевых интерфейсов на процессорном модуле. Библиотека PsPLCInfo.	0,5	-	0,5
3.2	Состояние модулей ввода/вывода.	0,3	0,5	0,8

№	Наименование разделов	Лекции	Практические занятия	Всего часов
3.3	Состояние шины данных RegulBus. Состояние "линков" между крейтами. Работа шины RegulBus при разрыве кольца.	0,2	0,2	0,4
3.4	Диагностика процессора. Загрузка, использование памяти, температура CPU и платы.	0,3	0,4	0,7
3.5	Трассировки.	0,1	0,2	0,3
3.6	Запись и фиксация переменных.	0,1	0,2	0,3
3.7	Виртуальный ПЛК.	0,1	-	0,1
3.8	Работа с файлами логов.	0,1	0,1	0,2
3.9	Обзор службы SNMP-сервера.	0,1	0,1	0,2
4.	Визуализация. Графическое представление отслеживаемых переменных.	1,5	2,5	4,0
5.	Информационная безопасность. Защита проекта и ПЛК паролем, настройка пользователей и доступа. Файл pf.conf. Настройка «белых» IP-адресов.	1,0	1,0	2,0
5.1	Защита проекта и ПЛК паролем.	0,25	0,25	0,5
5.2	Настройка пользователей и прав доступа.	0,25	0,25	0,5
5.3	Настройки в файле pf.conf.	0,25	0,25	0,5
5.4	Настройка «белых» IP-адресов.	0,25	0,25	0,5
6.	Работа с сетью. Передача данных по протоколам: ModBus (RTU, TCP), IEC-101/104, OPC DA/UA.	3,0	4,0	7,0
6.1	Настройка соединения по ModBus (RTU, TCP). Общие параметры, добавление элементов.	0,5	0,5	1,0
6.2	Настройка контроллера в качестве IEC-101/104 Slave. Общие параметры, добавление элементов данных и команд, экспорт/импорт их описания.	0,5	1,0	1,5
6.3	Настройка контроллера в качестве IEC-101/104 Master. Общие параметры, добавление элементов данных и команд, экспорт/импорт их описания.	0,5	1,0	1,5
6.4	Добавление в проект символьной конфигурации (Symbol Configuration) для описания переменных, доступных для чтения/записи по OPC DA/UA.	0,5	0,5	1,0
6.5	Настройка и использование Regul OPC DA Server.	0,5	0,5	1,0
6.6	Настройка и использование OPC UA.	0,5	0,5	1,0
7.	Резервирование	1,0	2,0	3,0
7.1	Добавление и настройка компонента RedundancyOS.	0,5	1,0	1,5
7.2	Настройка IP адресов для резервирования. Состояние резервирования. Журнал сообщений.	0,5	1,0	1,5
8.	Работа с файловой системой	0,8	1,0	1,8
8.1	Использование библиотеки SysFile для создания/записи/чтения файлов.	0,4	0,5	0,9
8.2	Организация «журнала» в виде файла.	0,4	0,5	0,9
9.	Создание и подключение библиотек	0,6	1,0	1,6
9.1	Добавление стандартных библиотек.	0,3	0,5	0,8
9.2	Создание пользовательских библиотек.	0,3	0,5	0,8
10.	Функции для работы с датой и временем	0,3	0,5	0,8

№	Наименование разделов	Лекции	Практические занятия	Всего часов
10.1	Операции со стандартными типами МЭК 61131-3: TIME, DATE, DT.	0,1	0,2	0,3
10.2	Время работы контроллера с момента последней загрузки: TIME(), SysTimeGetMs().	0,1	0,2	0,3
10.3	Использование библиотеки SysTimeRTC для получения текущего времени/даты.	0,1	0,1	0,2
10.	Итоговая аттестация	Зачет с оценкой		1
Итого часов		18,1	20,9	40

4. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА повышения квалификации «REGUL. Контроллеры. Базовый курс»

Последовательность изложения материала.

ДЕНЬ 1

1. Типовая архитектура САУ. Обзор. Характеристики. Устройство, подключение, монтаж, ввод в действие Regul R400/R500.

Работа с сайтом компании ООО «РегЛаб». Обращение в техподдержку.

ASTRA.IDE. Настройка аппаратной конфигурации проекта. Компонент Сканер сети. Структура проекта. Адресация, типы данных, объявление переменных.

- 1.1. САУ. Обзор. Аппаратное обеспечение: контроллеры, панели оператора, АРМ, сервера.
- 1.2. Характеристики **Regul R500**.
 - 1.2.1. Устройство, модули, конструкция.
 - 1.2.2. Подключение и монтаж.
 - 1.2.3. Ввод в действие.
- 1.3. Характеристики **Regul R400**.
 - 1.3.1. Устройство, модули, конструкция.
 - 1.3.2. Подключение и монтаж.
 - 1.3.3. Ввод в действие.
- 1.4. Работа с сайтом компании ООО «РегЛаб». Обращение в техподдержку.
- 1.5. Общее описание программной части контроллера REGUL и ее взаимодействия со средой разработки ASTRA.IDE
 - 1.5.1. Обзор структуры сервисов ASTRA.IDE в операционной системе контроллера.
 - 1.5.2. Обзор среды разработки ASTRA.IDE. Создание нового проекта.
 - 1.5.3. Обзор структуры пользовательского приложения.
- 1.6. Подключение к контроллеру
 - 1.6.1. Настройка IP адресов чистого контроллера.
Упражнение 1. Настройка IP адресов контроллера.
 - 1.6.2. Экспорт и импорт файла с настройками IP адресов.
Упражнение 2. Экспорт/импорт файла с настройками IP адресов.
- 1.7. Настройка аппаратной конфигурации:
 - 1.7.1. Обзор учебного стенда.
 - 1.7.2. Настройка Центрального процессора (CU);
 - 1.7.3. Настройка Модулей ввода/вывода (AI, AO, DI, DO);
 - 1.7.4. Настройка обмена с HART-датчиками;
Рекомендация. По HART-датчикам практики нет, рассказываем на примере добавления в проект.
 - 1.7.5. Настройка Коммуникационных модулей (CP).
Упражнение 3. Настройка фактической конфигурации.

Упражнение 4. Проверка в онлайн фактической конфигурации оборудования.

Упражнение 5. Составление таблицы адресов стенда.

1.8. Структура проекта ASTRA.IDE.

1.8.1. ROU, TASK применение и настройки.

1.8.2. Выбор языка программирования.

1.9. Области памяти контроллера. Структура, назначение.

1.9.1. Простые типы данных. Объявление переменных.

1.9.2. Локальные, глобальные, сохраняемые (RETAIN и PERSISTENT) переменные.

1.9.3. Пользовательские типы данных.

2. Программирование. Битовая логика. Арифметические операции, преобразование типов данных, операции сравнения, булева логика. Таймеры и счетчики. Функциональные блоки. Функции. Способы работы со входами и выходами контроллера. Обработка аналоговых величин, масштабирование.

2.1. Битовая логика.

Упражнение 6. Задача 3.1 Шайба на конвейере.

2.2. Преобразование типов данных.

Упражнение 7. Задача 3.2 Подсчет пройденных шайбой датчиков.

2.3. Операции сравнения.

2.4. Булева логика.

Упражнение 8. Задача 3.3 Останов после N датчиков.

ДЕНЬ 2

2.5. Работа с таймерами.

Упражнение 9. Задача 5. Запуск конвейера с задержкой.

Упражнение 10. Задача 7. Мигание.

2.6. Работа со счетчиками.

Рекомендация. Работу со счётчиками показываем теоретически, в практике нет смысла, т.к. используем ST.

2.7. Форматы типов данных для таймеров.

2.8. Объявление параметров.

2.9. Вызов функций.

Упражнение 11. Задача 7.1 Функция меандра.

2.10. Работа с I/O с помощью прямой адресации.

2.11. Соотнесение I/O с переменными программы.

Упражнение 12. Задача Соотнесение пользовательских переменных с I/O контроллера.

2.12. Обработка аналоговых величин, масштабирование.

Упражнение 13. Задача 7.2 Регулирование скорости движения конвейера.

Упражнение 14. Задача 9 Арифметика.

3. Средства отладки и диагностики: системная информация и диагностика, просмотр информации ЦПУ и модулей, журнал событий, пошаговая отладка,

online-отладка. Трассировки. Запись и фиксация переменных. Виртуальный ПЛК. Работа с файлами логов. Обзор службы SNMP-сервера.

3.1. Состояние внешних сетевых интерфейсов на процессорном модуле. Библиотека PsPLCInfo.

3.2. Состояние модулей ввода/вывода.

3.3. Состояние шины данных RegulBus. Состояние "линков" между крейтами. Работа шины RegulBus при разрыве кольца.

Упражнение 15. Считывание данных о состоянии модулей, состояния сетевых интерфейсов, состоянии шины RegulBus и сохранение в пользовательскую GVL.

3.4. Диагностика процессора. Загрузка, использование памяти, температура CPU и платы.

3.5. Трассировки. Обзор использования трассировок.

Упражнение 16. Добавить трассировку, добавить в неё переменные чтения каналов (аналоговые/дискретные).

ДЕНЬ 3

3.6. Запись и фиксация переменных.

3.7. Виртуальный ПЛК.

3.8. Работа с файлами логов.

Рекомендация. Практика факультативная, если позволяет время.

3.9. Обзор службы SNMP-сервера.

Рекомендация. Практика факультативная, если позволяет время.

4. Визуализация. Графическое представление отслеживаемых переменных.

4.1. Добавление в проект объекта "Менеджер визуализации", настройка параметров визуализации. Добавление схем визуализации.

4.2. Добавление графических объектов на схемы визуализации. Привязка переменных контроллера к графическим объектам.

Упражнение 17. Создание виртуальных кнопок и индикации датчиков и светодиодов.

5. Информационная безопасность.

5.1. Защита проекта и ПЛК паролем.

Упражнение 18. Установка пароля на проект и ПЛК.

5.2. Настройка пользователей и прав доступа.

Упражнение 19. Настройка групп доступа и пользователей в проекте.

5.3. Настройки в файле pf.conf.

5.4. Настройка «белых» IP адресов и работа с файлом routes.

6. Работа с сетью. Передача данных по протоколу ModBus (RTU/TCP). Передача данных по протоколу IEC-101/104. Передача данных по протоколу OPC DA/UA.

Рекомендация. Если позволяет время, слушатели выполняют все упражнения. При нехватке времени, приоритет отдаётся выполнению упражнений по тем протоколам, которые используются слушателем.

6.1. Настройка соединения по ModBus (RTU, TCP). Общие параметры, добавление элементов.

Упражнение 20. *Настройка обмена данными между двумя стандами с использованием ModBus.*

6.2. Настройка соединения по IEC-101/104 Slave. Общие параметры, добавление элементов данных и команд, экспорт/импорт их описания.

6.3. Настройка соединения по IEC-101/104 Master. Общие параметры, добавление элементов данных и команд, экспорт/импорт их описания.

Упражнение 21. *Настройка обмена данными между двумя стандами с использованием IEC-104.*

6.4. Добавление в проект символьной конфигурации (Symbol Configuration) для описания переменных, доступных для чтения/записи по OPC DA/UA.

6.5. Настройка и использование Regul OPC DA Server.

Упражнение 22. *Выбор переменных для передачи по OPC DA/UA и установление связи с сервером Regul OPC DA.*

6.6. Настройка и использование Regul OPC UA Server.

Упражнение 23. *Включение сервера Regul OPC UA и установление связи с сервером Regul OPC UA.*

ДЕНЬ 4

7. Резервирование.

7.1. Добавление и настройка компонента RedundancyOS.

Упражнение 24. *Настройка полного/частичного резервирования.*

7.2. Настройка IP адресов для резервирования. Состояние резервирования. Журнал сообщений.

8. Работа с файловой системой.

8.1. Использование библиотеки SysFile для создания/записи/чтения файлов.

8.2. Организация «журнала» в виде файла.

Упражнение 25. *Создание файла/запись данных/чтение.*

Упражнение 26. *Создание логгирования действий конвейера в файл.*

ДЕНЬ 5

9. Создание и подключение библиотек.

9.1. Добавление стандартных библиотек.

9.2. Создание пользовательских библиотек.

Упражнение 27. *Создание библиотеки.*

10. Функции для работы с датой и временем.

10.1. Операции со стандартными типами МЭК 61131-3: TIME, DATE, DT.

Упражнение 28. *Работа с типами TIME, DATE и DT.*

10.2. Время работы контроллера с момента последней загрузки: TIME(), SysTimeGetMs().

10.3. Использование библиотеки SysTimeRTC для получения текущего времени/даты.

11. Итоговая аттестация.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.

- 5.1. Теоретическая часть курса излагается с помощью презентации и среды разработки.
- 5.2. Упражнения назначаются преподавателями из задачника.
- 5.3. Подробное изучение контроллера предполагает самостоятельную работу с технической документацией на модули.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ЗАЧЕТУ

- 6.1. Настройка фактической конфигурации.
- 6.2. Задача 3.3 Останов после N датчиков.
- 6.3. Задача 6.2 Регулирование скорости движения конвейера
- 6.4. Задача 11. Управление соседним конвейером.

7. ЛИТЕРАТУРА

- 7.1. ЧУДПО «ИПА». Учебное пособие «REGUL. Контроллеры. Базовый курс». V4.6 04/2024.
- 7.2. Презентация, слайды Программирование контроллеров Regul.
- 7.3. Системное руководство REGUL R400 DPA-321 v2.3.
- 7.4. Системное руководство REGUL R500 DPA-311 v2.31.
- 7.5. Astra.IDE. Руководство пользователя. DPA-302 v 2.15.
- 7.6. Настройка и работа REGUL OPC DA SERVER. DPA-302.5 v2.1.
- 7.7. Настройка и работа REGUL OPC UA SERVER. DPA-302.6 v1.6.
- 7.8. Настройка обмена данными по протоколам IEC-101/104 на контроллерах REGUL RX00. DPA-302.2 v2.6.
- 7.9. Настройка обмена данными по протоколу Modbus на контроллерах REGUL RX00. DPA-302.1 v1.5.
- 7.10. Конфигурирование резервированной системы на контроллерах серии REGUL RX00. DPA-302.4 v 2.7.
- 7.11. Настройка обмена данными по протоколу HART на контроллерах серии REGUL RX00. DPA-302.3 v1.8