

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Начальник ОАР ИШИТР ТПУ

А. А. Филипас

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**FESTO FPC-405. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ**

методические указания к выполнению лабораторной работы для магистров  
по курсу «Основы промышленной безопасности»

Направление 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Образовательная программа «Системы промышленной безопасности»

Издательство  
Томского политехнического университета  
Томск 2022

УДК 681.3

**FESTO FPC-405. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Основы промышленной безопасности» для магистров направления 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», ООП «Системы промышленной безопасности»/ Составитель В. В. Курганов. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2022. - 28 с.

Рецензент доцент, к.т.н. М. В. Скороспешкин

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изучению методическим семинаром отделения Автоматики и робототехники инженерной школы информационных технологий и робототехники Томского политехнического университета

Протокол № «\_\_\_» от «\_\_\_\_\_» 2022 г.

Начальник ОАР ИШИТР ТПУ

А. А. Филипас

## Содержание

	<b>Стр.</b>
<b>1. Цель работы</b>	<b>4</b>
<b>2. Общие сведения</b>	<b>4</b>
2.1. Конструктив контроллера	4
2.2. Модули контроллера FPC-405	5
2.3. Физическая организация системы на базе контроллера FPC-405	7
2.4. Работа в программе FST-405	8
2.5. Работа с проектом	13
2.6. Работа с программами	14
2.7. Режим Online	16
<b>3. Задание на лабораторную работу</b>	<b>20</b>
<b>4. Содержание отчета</b>	<b>24</b>
<b>5. Литература</b>	<b>24</b>

## 1. Цель работы

Разработка логических алгоритмов во временной области. Организация взаимодействия программ пользователя. Оценка реакции системы на внешние события.

## 2. Общие сведения

Микропроцессорный контроллер FPC-405 фирмы «FESTO» предназначен для управления объектами различной технической сложности. Контроллер построен по модульному принципу и его состав в каждом случае формируется под конкретные требования технологического объекта.

### 2.1. Конструктив контроллера

Основным конструктивным элементом контроллера является крейт (корзина) для установки модулей. Модулем называется плата, устанавливаемая в корзину. У любого модуля имеется передняя панель, на которой могут содержаться разъёмы для подключения оборудования, элементы управления или индикации. Размер передней панели определяется размером модуля. Крейт позволяет устанавливать модули, выполненные в одном конструктиве, так, чтобы их передние панели состыковывались и образовывали сплошную переднюю панель крейта. Положения, на которые не установлен модуль, обычно закрываются заглушками.

Модули устанавливаются в крейт вертикально, на верхней и нижней частях модуля имеются механизмы, предназначенные для крепления модуля. Во внутренней части крейта имеются направляющие, которые позволяют выполнить точное позиционирование подключаемого модуля.

На задней стенке крейта располагаются разъёмы для подключения модулей, образующие системную магистраль (шину) микропроцессорной системы. В системную магистраль входит три основные информационные шины:

- восьмиразрядная двунаправленная шина данных - самая важная шина, количество разрядов которой определяет скорость и эффективность информационного обмена, а также максимально возможное количество команд;

- шестнадцатиразрядная шина адреса — вторая по важности шина, которая определяет максимально возможную сложность микропроцессорной системы, то есть допустимый объем памяти и, следовательно, максимально возможный размер программы и максимально возможный объем запоминаемых данных. Количество адресов, обеспечиваемых шиной адреса, определяется как  $2^N$ , где N — количество разрядов. Например, 16-разрядная шина адреса обеспечивает 65 536 адресов;

- шина управления — это вспомогательная шина, управляющие сигналы на которой определяют тип текущего цикла и фиксируют моменты времени, соответствующие разным частям или стадиям цикла, кроме того, управляющие сигналы обеспечивают согласование работы процессора с работой памяти или устройства ввода/вывода.

На задней части модуля установлена ответная часть разъёма. Установка модуля приводит к совмещению разъёмов и с этого момента модуль становится элементом микропроцессорной системы.

## **2.2. Модули контроллера FPC-405**

2.2.1. Стойка для сборок (крейт) E.CGT-405 выполнена в виде короба, боковые стенки которого сплошные, а верхняя и нижняя перфорированные, что обеспечивает достаточную термическую конвекцию. Для каждого модуля на задней стойке крейта установлен 64-полюсный разъём с пружинящими контактами. Все разъёмы объединены (за исключением первого) и образуют системную шину «FESTO». Питание модулей выполняется через шину и рассчитано на токи до 20 А. В один крейт может быть установлено до 14 различных модулей.

Модули в стойке устанавливаются по определённым правилам.

На первую позицию всегда устанавливается модуль питания E.CNT-10.

Последующие шесть позиций могут занимать процессорные сборки, остальные семь позиций сборки ввода вывода и другие сборки, обеспечивающие коммуникации.

### **2.2.2. Модуль питания E.CNT-10**

Модуль E.CNT-10 обеспечивает:

- преобразование напряжения 24 В постоянного тока в напряжение 5 В постоянного тока;
- питание модулей микропроцессорной системы через системную шину «FESTO» напряжением 5 В постоянного тока;
- обеспечивает контроль напряжения входного напряжения 24 В в сторону понижения;
- обеспечивает контроль напряжения батареи в сторону понижения.

На передней панели модуля расположен отсек, в который устанавливается литиевый аккумулятор E.BAT.BABY, обеспечивающий сохранение в памяти программ и данных при случайном или плановом отключении питания.

### **2.2.3. Управляющий процессор E.CZE-1-D**

Шесть последующих после сборки питания позиций могут занимать процессорные сборки. Каждая процессорная сборка в любом случае имеет свой индивидуальный системный адрес, который устанавливается с помощью многопозиционного переключателя адресов (рисунок 2.1).

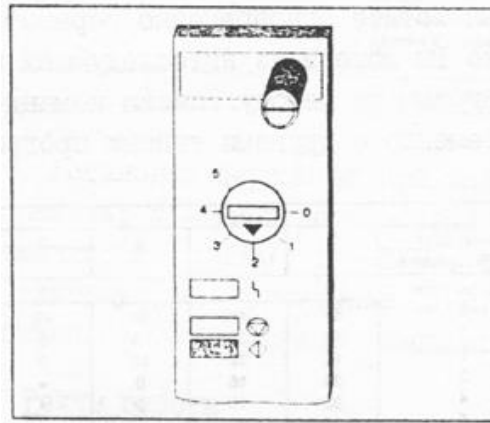


Рисунок 2.1 - Многопозиционный переключатель адресов процессорных модулей

Модуль «Управляющий процессор E.CZE-1-D» состоит из основной платы, имеющей двойной европейский формат 233x160 мм и дополнительной платы, на которой находится интерфейс RS232 для периферии и в том числе для персонального компьютера, 9-ти полюсный разъём которого выведен на переднюю панель модуля. Ширина передней панели 30,48 мм. Также на передней панели модуля находятся:

- многопозиционный адресный переключатель;
- красный, желтый и зелёный светодиоды, отражающие наличие ошибок и состояние программ пользователя;
- переключатель программ стоп/выполнение.

#### Программное обеспечение сборки

Ядром процессорной сборки является многозадачная операционная система реального времени (ОСРВ) FMBS фирмы FESTO (FESTO Multitasking Basic system). Эта программа содержит все механизмы реального времени, а также необходимые организационные функции, такие как например, программа старта, загрузки системы, языковые интерпретаторы, ряд служебных программ. Задача операционной системы FMBS заключается в корректном управлении процессами, исключая зависание, останов или блокирование процессов. Операционная система рассчитывает и контролирует времена прохождения сигналов, подсчитывает события, запоминает промежуточные данные, координирует различные процессы и т. д.

#### 2.2.4. Цифровая сборка ввода/вывода дискретных сигналов E.CEA-16/16-R24

Семь последующих после сборки питания и шести позиций управляющих процессоров могут занимать сборки ввода/вывода аналоговых и дискретных сигналов. Каждая сборка ввода/вывода в любом случае имеет свой индивидуальный системный адрес, который устанавливается с помощью многопозиционного переключателя адреса (см. рисунок 2.2).

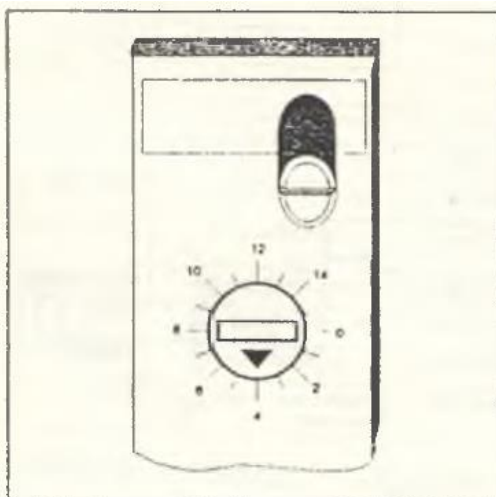


Рисунок 2.2 - Многопозиционный переключатель адресов модулей ввода/вывода

Цифровая сборка ввода/вывода дискретных сигналов Т.СЕА-16/16-R24 выполнена в виде модуля, имеющего двойной европейский формат 233x160 мм. Ширина передней панели 30,48 мм. На передней панели находятся следующие элементы коммутации, управления и индикации:

- многопозиционный переключатель адреса;
- 16 желтых светодиодов – индикаторов входных сигналов;
- 16 зелёных светодиодов – индикаторов выходных сигналов;
- 48-полюсная колодка для подключения входных/выходных дискретных сигналов.

Назначение модуля

Цифровой модуль ввода/вывода Е.СЕА-16/16-R24 выполняет следующие функции:

- преобразование дискретных сигналов, поступающих со стороны управляемого объекта (16 входов типа «сухой» контакт) во внутренние сигналы системы;
- преобразует внутренние сигналы системы в 16 выходных релейных сигналов типа «сухой» контакт с возможностью коммутации различных напряжений, как по природе, так и по уровню.

Состояние входов и выходов индицируется на лицевой панели модуля светодиодными индикаторами.

### 2.3. Физическая организация системы на базе контроллера FPC-405

Система управления, выполненная на базе FPC-405 фирмы FESTO должна иметь крейт с модулем питания и как минимум один процессорный модуль и один модуль ввода/вывода сигналов. Все модули, включая модуль питания, должны следовать друг за другом без пропусков. Недействующие позиции могут быть закрыты специальными заглушками, что повысит IP изделия.

На рисунке 2.3 приведена структурная схема системы управления на базе FPC-405.

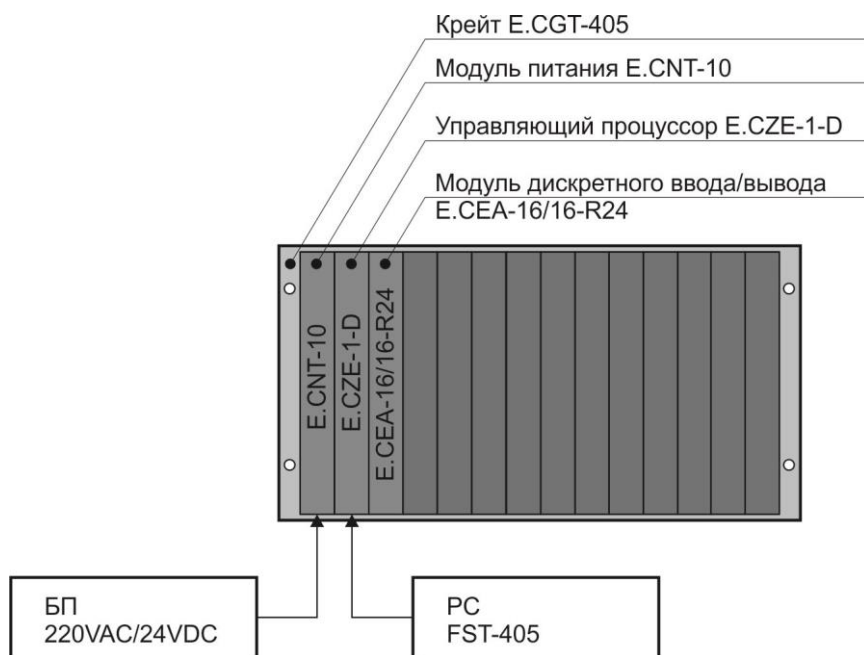


Рисунок 2.3 – Структура системы управления на базе FPC-405

Персональный компьютер подключается к системе управления по последовательному интерфейсу RS232.

#### 2.4. Работа в программе FST-405

Программирование системы управления FPC-405 фирмы «FESTO» осуществляется из программы FST-405 фирмы «FESTO», которая устанавливается на персональный компьютер. Компьютер подключается к системе управления FPC-405 по диагностическому интерфейсу (см. рисунок 2.3) к управляющему процессору.

Программа FST-405 позволяет разрабатывать программы для системы управления FPC-405 на различных языках программирования, отлаживать их и загружать готовые программы в управляющий процессор.

Программа FST-405 позволяет разрабатывать программы на трёх языках программирования:

- AWL – язык команд (инструкций);
- KOP – язык релейно-контактных схем;
- BASIC.

Для разработки программ на каждом из языков имеются отдельные инструкции и методические указания.

При создании или очередном редактировании программы выход из редактора следует выполнять выбором следующей опции из списка предложенных:

sichern and editer verlassen (сохранить и покинуть редактор).



## Работа с программой FST-405

Запуск программы выполняется с рабочего стола компьютера. После удачного старта открывается основное окно пользователя (рисунок 2.4).

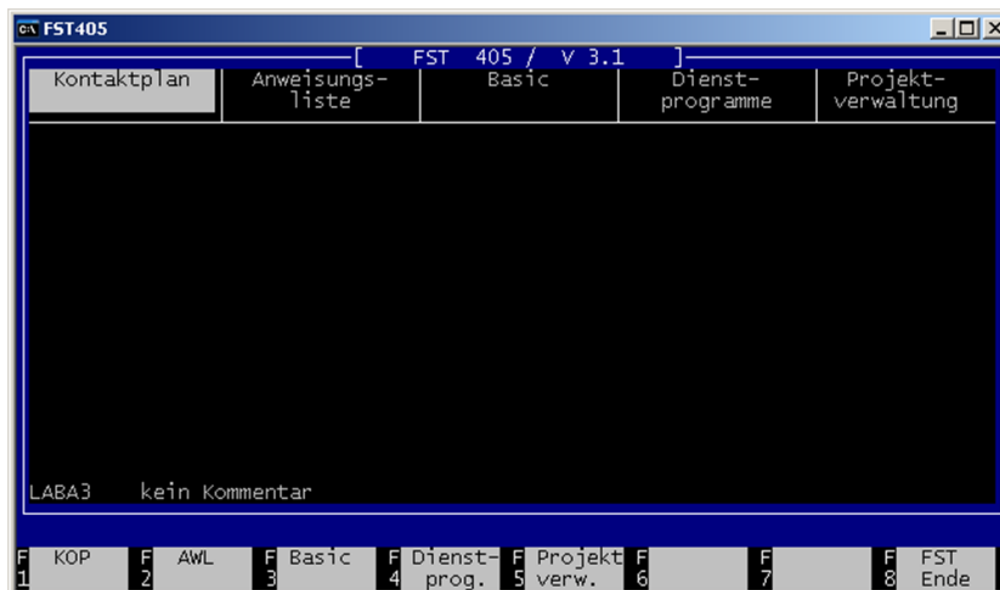


Рисунок 2.4 – Внешний вид основного окна пользователя

Содержание окна:

- Kontaktplan – подменю языка программирования KOP;
- Anweisungsliste - подменю языка программирования AWL;
- BASIC - подменю языка программирования BASIC;
- Dienst programme – подменю служебных программ;
- Projekt varwaltung – подменю управления проектами.

Внешний вид подменю языка KOP (Kontaktplan) представлен на рисунке 2.5.

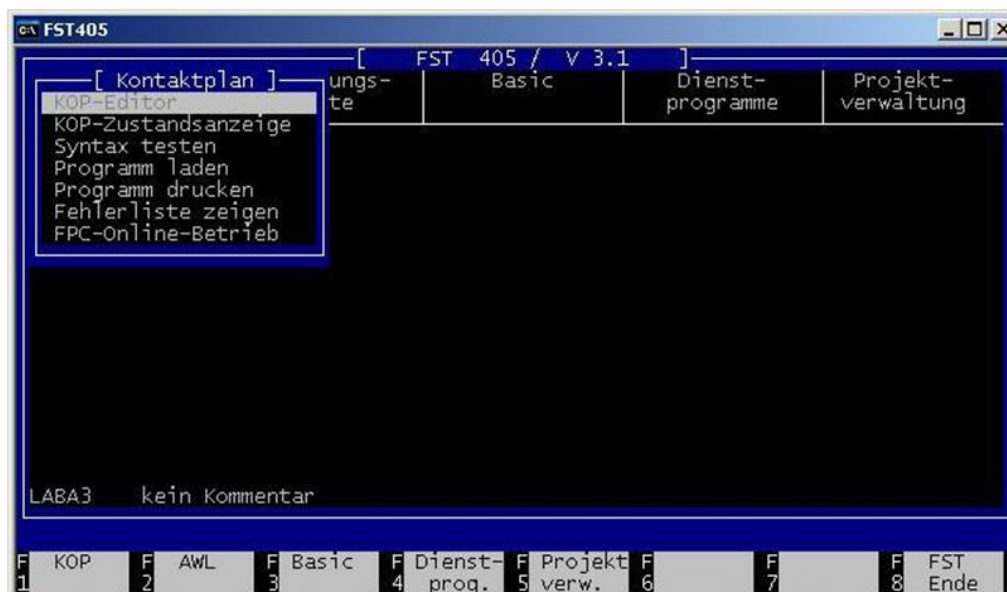


Рисунок 2.5 - Внешний вид подменю языка KOP (Kontaktplan)

Содержание подменю языка KOP (Kontaktplan):

- KOP-Editor – редактор языка;
- KOP-Zustandsanzeige – индикация состояния;
- Syntax testen – синтаксический тест;
- Programm laden – загрузка программы в управляющий контроллер;
- Programm drucken – печать программы;
- Fehler liste zeigen – показать лист ошибок (формируется после синтаксического теста или после загрузки программы в управляющий контроллер);
- FPC-Online-Betrieb – область on-line (режим, в котором персональный компьютер выполняет функции монитора управляющего контроллера).

Внешний вид подменю языка AWL (Anweisungsliste) представлен на рисунке 2.6.



Рисунок 2.6 - Внешний вид подменю языка AWL (Anweisungsliste)

Содержание подменю языка AWL (Anweisungsliste):

- AWL-Editor – редактор языка;
- AWL-Zustandsanzeige – индикация состояния;
- AWL-Funktionstasten – функциональные клавиши языка AWL (ни в коем случае не редактировать);
- Syntax testen – синтаксический тест;
- Programm laden – загрузка программы в управляющий контроллер;
- Programm drucken – печать программы;
- Fehler liste zeigen – показать лист ошибок (формируется после синтаксического теста или после загрузки программы в управляющий контроллер);
- FPC-Online-Betrieb – область on-line (режим, в котором персональный компьютер выполняет функции монитора управляющего контроллера).

Внешний вид подменю языка BASIC представлен на рисунке 2.7.



Рисунок 2.7 - Внешний вид подменю языка BASIC

Содержание подменю языка BASIC:

- BASIC -Editor – редактор языка;
- BASIC -Funktionstasten – функциональные клавиши языка BASIC (ни в коем случае не редактировать);
- Programm laden – загрузка программы в управляющий контроллер;
- Programm auslesen – считывание программы из управляющего контроллера;
- Programm drucken – печать программы;
- Fehler liste zeigen – показать лист ошибок (после загрузки программы в управляющий контроллер);
- FPC-Online-Betrieb – область on-line (режим, в котором персональный компьютер выполняет функции монитора управляющего контроллера).

Внешний вид подменю языка служебных программ Dienst programme представлен на рисунке 2.8.

- globale Belegliste – глобальный список документов;
- lokale Belegliste – локальный список документов;
- Text-Editor – текстовый редактор;
- Text-Funktionstasten – функциональные клавиши текстового редактора (ни в коем случае не редактировать);
- Projekt-Titelseite – титульный лист проекта;
- Projekt-Seitenkopf – страница содержания (заголовков) проекта;
- Konfiguration – конфигурация системы (см. рисунок 2.9);
- Steuerung aus lesen – управление считыванием

- EPROM Programmieren – программирование EPROM (ПЗУ)
- FPC-Online-Betrieb – область on-line (режим, в котором персональный компьютер выполняет функции монитора управляющего контроллера).
- Program-Aufruf – вызвать программу;
- Drucken – печать;



Рисунок 2.8 - Внешний вид подменю служебных программ Dienst programme

### Конфигурация системы

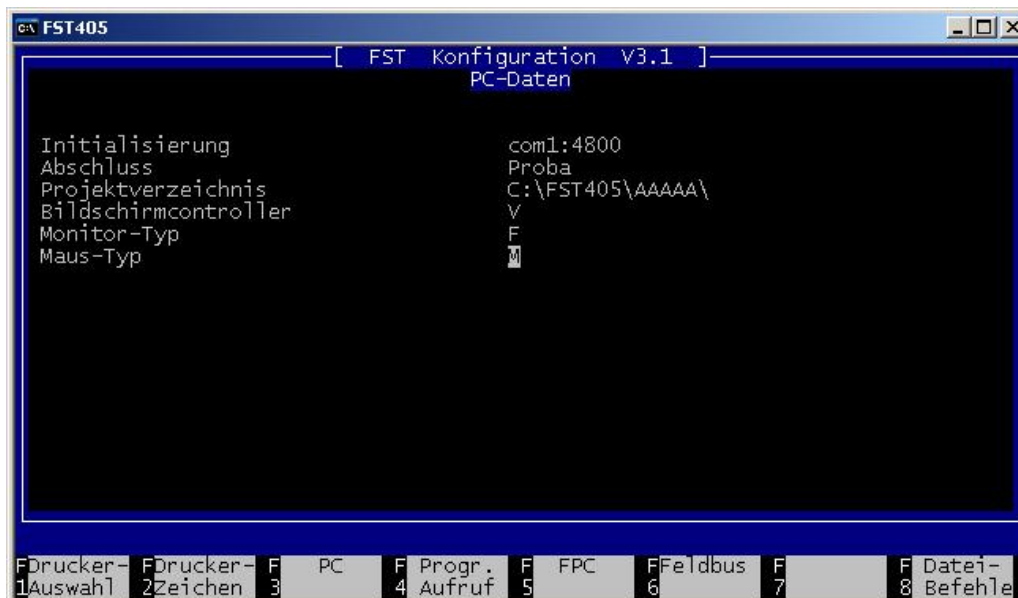


Рисунок 2.9 – Конфигурация связи и характеристики персонального компьютера

### Содержание подменю Konfiguration:

Initialisierung	com1:4800	Связь по интерфейсу RS232 через порт Com1, скорость передачи 4800 бот
Abschluss	Proba	Файл конфигурации

Projektverzeichnis	C:\FST405AAAAA\	Каталог проектов
Bildschirmcontroller	V	контроллер монитора (VGA)
Monitor-Typ	F	Тип монитора (цветной)
Maus-Typ	M	Манипулятор «мышь»

Внешний вид подменю управления проектами (Projekt varwaltung) представлен на рисунке 2.10.

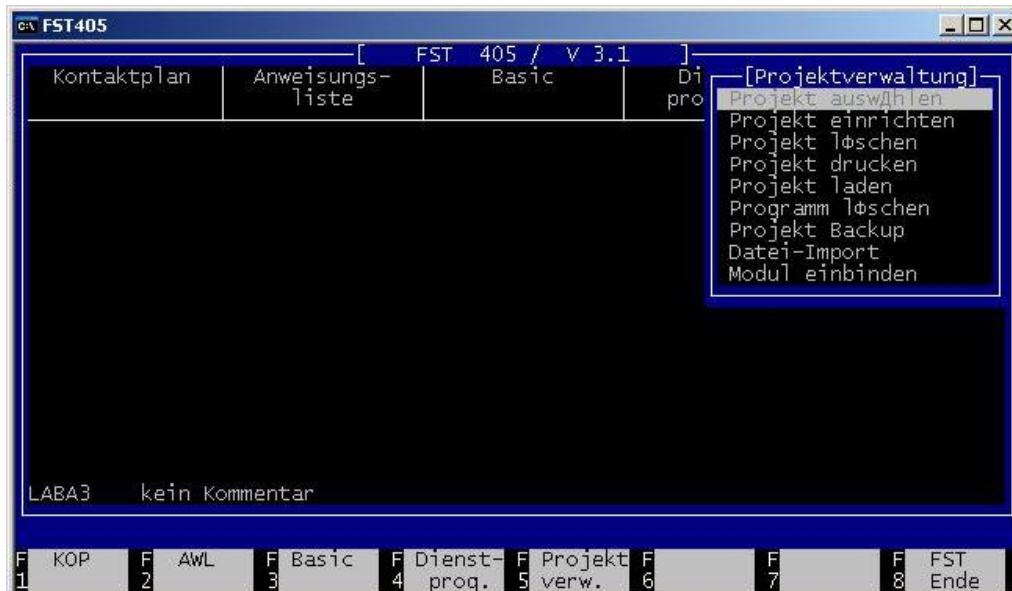


Рисунок 2.10 - Внешний вид подменю управления проектами Projekt varwaltung

Содержание подменю управления проектами Projekt varwaltung:

- Projekt auswählen – выбрать проект из перечня существующих;
- Projekt einrichten – создать (дословно «установить») проект;
- Projekt loschen – удалить проект;
- Projekt drucken – печатать проект;
- Projekt laden – загрузить проект;
- Programm loschen – удалить программу;
- Projekt Backup – сжать проект;
- Datei-Import – импортировать данные;
- Module einbinden – интегрировать модуль.

## 2.5. Работа с проектом

Выполнение любой работы в рамках системы управления FPC-405 предполагает создание индивидуального в общем случае многозадачного проекта и последующая работа в нём. Проект создаётся в подменю управления проектами «Projekt varwaltung» (рисунок 2.10), вкладка «Projekt einrichten». Проект создаётся в начале любой работы, завершение создания проекта выполняется клавишей F1 «anlegen» - создать (дословно «разместить»).

В случае если работа с проектом продолжается (проект создан), то выбор проекта выполняется из этого же подменю во вкладке «Projekt auswählen» (выбор проекта).

## 2.6. Работа с программами

### 2.6.1 Многозадачный режим

Система управления FPC-405, как типичный представитель систем реального времени является многозадачной. Многозадачность позволяет эффективно использовать ресурсы системы, упростить процесс создания пользовательского программного обеспечения его отладку и т.д. Программы, написанные на различных языках и загруженные в оперативную память управляющего процессора, а именно это позволяет делать ОСПВ FMDS, являются единицами работы для ОСПВ, заявителями на потребление ресурсов. Всего настоящая операционная система реального времени обеспечивает управление 64-ю программами. Однако ввиду того что, размер оперативной памяти управляющего процессора ограничен, то увеличение количества программ ведёт к уменьшению их размера.

Более того, при написании программ используются различные языки программирования, и, следовательно, размер программ будет различным. В таблице 2.1 приведено максимально возможное количество программ, написанное на различных языках и загруженное в управляющий контроллер. Реально загруженное количество программ есть комбинация приведённых в таблице.

Таблица 2.1 – Количество программ

Язык	Максимальное количество программ
AWL	64
KOP	64
BASIC	4

Таблица 2.1 позволяет правильно выбрать язык программирования, и как следствие рациональное использование вычислительных ресурсов системы.

### 2.6.2. Самодостаточность системы управления FPC-405 её реализация

Системы управления FPC-405 является самодостаточной системой управления и не требует каких-либо дополнительных элементов для её запуска (персонального компьютера, панели пульта и др.), в случае, если она готова к этому. Запуск выполняется переключателем программ стоп/выполнение, который расположен на передней панели модуля управляющего процессора.

Перевод переключателя вправо запускает программу с номером «0», если она загружена в оперативную память управляющего контроллера. При этом программа «0» может быть написана на любом языке, и решать любые задачи.

В случае если в проекте используется более одной программы, то разработчик должен предусмотреть механизм запуска остальных программ. В реальных проектах программу с номером «0» часто используют как диспетчер, не нагружая другими задачами.

### 2.6.3 Создание программы

Работа с программой выполняется из того подменю в котором она создана.

В случае если программ в проекте нет, то открытие (auswahl – выбор) программы автоматически приведёт к её созданию (см. рисунок 2.11)

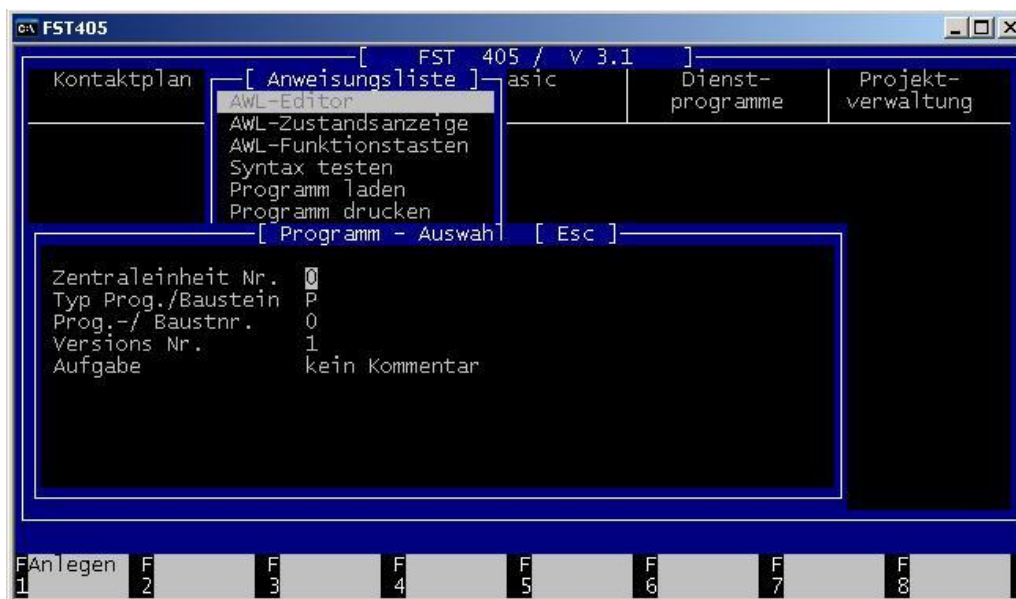


Рисунок 2.11 – Окно создания программы

В данном случае создаётся программа на языке AWL.

Содержимое окна:

Zentraleinheit Nr.	0	Номер управляющего процессора (устанавливается с помощью многопозиционный переключатель адреса, расположенного на передней панели модуля)
Typ Prog./Baustein	P	Тип программы (Baustein – строительный модуль, дословно – строительный камень)
Prog.-/Baustnr.	0	Номер программы
Versions	1	Версия
Aufgabe	Kein kommentar	Задача, наименование задачи

**Особое внимание уделите заполнению этого окна.**

Zentraleinheit Nr. указывает на то, в какой управляющий процессор крейта (их может быть до 6-ти) будет загружена созданная программа. Если управляющий процессор с указанным номером в крейте отсутствует, появится ошибка.







## SYSTEM KONFIGURATION

Zielsystem .....	FPC-405	Целевая система
Software Version .....	A2.3	Версия программного обеспечения
Vorhandene Ein/Ausgangsstufen ....		Входы/выходы
AW . 1 .....		
EW . 1 .....		
Groster Speicherbereich .....	25408	Размер памяти
Gesamter freier Speicher .....	0	Полная свободная память
Feier Speicher fur Dateien .....	25408	Свободная память для данных
ZE 0 . . . . .		Адреса управляющих процессоров
Ver. A2.3 .....		Версия ПО процессоров

Назначение функциональных клавиш:

F1	Anzeige FPC Info	экран информации об FPC
F4	FPC loschen	удалить из FPC
F7	FPC-405 DIR	каталог программ управляющего процессора
F8	Zuruck zu FST	выход из FST
F9		помощь
F2, F3		в настоящей работе не используются

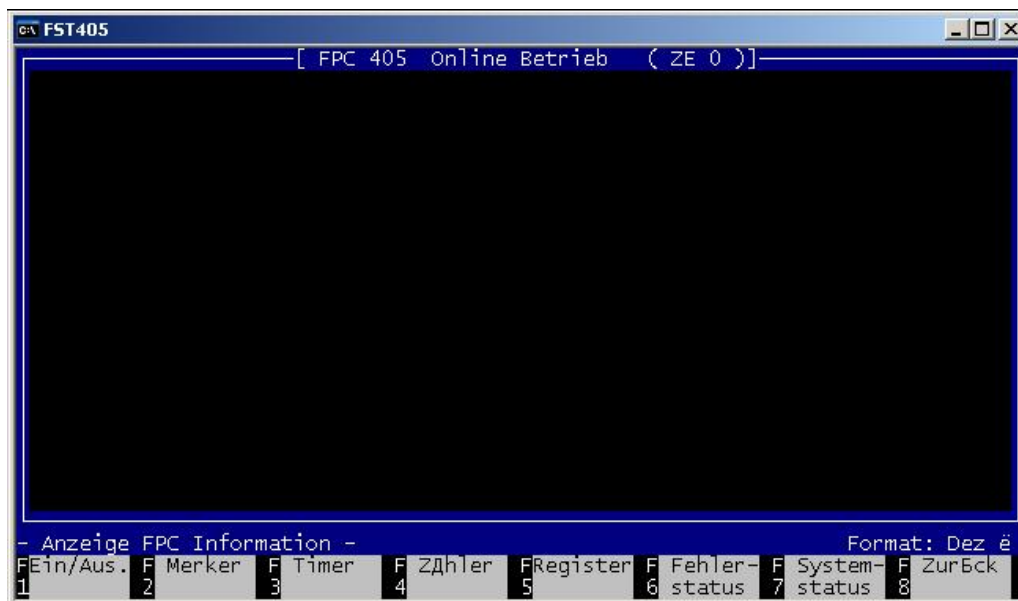


Рисунок 2.13 - Экран информации об FPC

Назначение функциональных клавиш:

F1	Ein/Aus	входы / выходы FPC
F2	Merker	маркеры
F3	Timer	таймеры
F4	Zahler	счетчики
F5	Register	помощь
F6	Fehler status	наличие ошибок
F7	System status	состояние системы, загруженных программ
F8	Zuruck	назад (возврат в меню уровнем выше)

Клавиши F1 ... F5 дают доступ к ресурсам управляющего процессора.

F1

В данном окне представлены входы/выходы текущей конфигурации FPC. Адрес сигнала формируется следующим образом (рисунок 2.14):

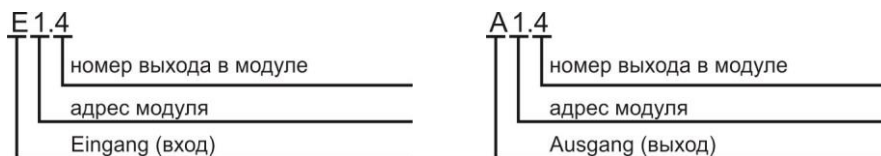


Рисунок 2.14 – Формирование адресов сигналов ввода/вывода

F2, F4 – в рамках лабораторной работы практически не используются.

F3

В данном окне представлены таймеры управляющего процессора. Всего их 64.

Каждый таймер описывается с помощью трёх переменных:

- атрибут таймера  $T_n$ , где  $n$  – номер таймера;
- селектор таймера  $TW_n$ , где  $n$  – номер таймера;
- преселектор таймера  $TV_n$ , где  $n$  – номер таймера.

Механизм работы таймера следующий.

В преселектор таймера  $TV_n$  записывается число, эквивалентное временному интервалу, и хранится в нём до следующего изменения.

Например, если таймер вызывается на языке AWL, то следующая запись в него будет означать следующее:

LADE	K100	Загрузить константу 100
NACH	TV1	В преселектор таймера 1

На языке AWL число, загруженное в преселектор таймера, преобразуется во временной интервал умножением на  $10^{-2}$ . В нашем примере в преселектор таймера 1 загружается 1 сек.

После активации таймера ( $T_n = \text{true}$ ), значение преселектора  $TV_n$  записывается в селектор  $TW_n$  и автоматически начинает уменьшаться до нуля в реальном масштабе времени. При достижении содержимого селектора  $TW_n$  нуля, атрибут таймера автоматически деактивируется ( $T_n = \text{false}$ ). В результате длительность активного состояния  $T_n$  равна интервалу времени, загруженному в  $TV_n$ .

Все переменные таймера в любой момент могут быть опрошены и изменены ( $T_n$ ,  $TV_n$ ).

F5

В данном окне представлены регистры управляющего процессора. Всего их 128.

Регистр – 16- разрядная целочисленная ячейка. Старший разряд этого числа – знаковый.

Если регистр вызывается на языке AWL, то следующая запись в него будет означать следующее:

LADE	K100	Загрузить константу 100
NACH	R3	В регистр 3

F7

Данная клавиша меню имеет особое значение для отладки программ. Если программа «0» может быть запущена на выполнение с помощью переключателя стоп/выполнение на лицевой панели модуля, то программы с номерами 1, 2, ... не имеют такой возможности. Клавиша F7 позволяет активизировать или остановить любую, включая «0», программу, если она загружена в процессор. Очень удобно использовать в режиме отладки программ.

### 3. Задание на выполнение работы

3.1. В соответствии с вариантом выберите задание на выполнение лабораторной работы, представленное в таблице 3.1, и детально его изучите. В случае неоднозначной трактовки смысла задания обратитесь к преподавателю. Решение задач должно в точности соответствовать заданию.

Таблица 3.1 – Варианты заданий для выполнения лабораторной работы

Вариант	Задание
1	<p>1. Разработать проект, включающий:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- программу P1 циклического генерирования последовательности импульсов на языке AWL, предусмотреть возможность независимого изменения длительности импульса и паузы без прерывания процесса;</li><li>- программу P2 измерения длительности внешнего события, программу реализовать на языке BASIC, измерение выполнить в секундах.</li></ul> <p>Управление программами выполнить следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- программа P1 работает в случае, если программа P2 не активна;</li><li>- программа P2 активизируется, если появляется внешнее событие.</li></ul> <p>Для управления программами, в случае необходимости, использовать диспетчер (диспетчер разработать на языке AWL).</p> <p>Запуск проекта выполнять переключателем, который расположен на передней панели процессорной сборки.</p> <p>2. Оценка реакции системы на внешнее событие. Разработать проект, включающий:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- диспетчер (0-ю программу), который запускает все нижеперечисленные программы;</li><li>- программу измерения времени с момента возникновения события до реакции измерительной системы на него, для измерения использовать внешний таймер;</li><li>- создать 20 однотипных программ на языке AWL, выполняющих накопление суммы.</li><li>- измерить время реакции для случая работы одной программы и всего проекта в целом;</li><li>- оценить изменение времени реакции.</li></ul> <p>Дополнительная информация:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- внешнее воздействие имитировать кнопкой-грибок с адресом E1.9;</li><li>- остановить таймер – сгенерировать сигнал по адресу A1.8.</li></ul>

Вариант	Задание
2	<p>1. Разработать проект, включающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- программу P1 генерирования заданного интервала на языке BASIC, предусмотреть возможность независимого изменения длительности импульса и паузы без прерывания процесса;</li> <li>- программу P2 измерения длительности внешнего события, программу реализовать на языке AWL, измерение выполнить в секундах.</li> </ul> <p>Управление программами выполнить следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- программа P1 запускается после двукратного запуска программы P2;</li> <li>- программа P2 активизируется, если появляется внешнее событие.</li> </ul> <p>Для управления программами, в случае необходимости, использовать диспетчер (диспетчер разработать на языке AWL).</p> <p>Запуск проекта выполнять переключателем, который расположен на передней панели процессорной сборки.</p> <p>2. Оценка реакции системы на внешнее событие. Разработать проект, включающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- диспетчер (0-ю программу), который запускает все нижеперечисленные программы;</li> <li>- программу измерения времени с момента возникновения события до реакции измерительной системы на него, для измерения использовать внешний таймер;</li> <li>- создать 15 однотипных программ на языке KOP, выполняющих накопление суммы.</li> <li>- измерить время реакции для случая работы одной программы и всего проекта в целом;</li> <li>- оценить изменение времени реакции.</li> </ul> <p>Дополнительная информация:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- внешнее воздействие имитировать кнопкой-грибок с адресом E1.9;</li> <li>- остановить таймер – сгенерировать сигнал по адресу A1.8.</li> </ul>

Вариант	Задание
3	<p>1. Разработать проект, включающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- программу P1 генерирования заданного интервала на языке РКС, предусмотреть возможность независимого изменения длительности импульса и паузы без прерывания процесса;</li> <li>- программу P2 измерения длительности внешнего события, программу реализовать на языке AWL, измерение выполнить в секундах.</li> </ul> <p>Управление программами выполнить следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- программа P1 запускается через 5 секунд после останова программы P2;</li> <li>- программа P2 активна только в процессе измерения интервала.</li> </ul> <p>Для управления программами, в случае необходимости, использовать диспетчер (диспетчер разработать на языке AWL).</p> <p>Запуск проекта выполнять переключателем, который расположен на передней панели процессорной сборки.</p> <p>2. Оценка реакции системы на внешнее событие. Разработать проект, включающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- диспетчер (0-ю программу), который запускает все нижеперечисленные программы;</li> <li>- программу измерения времени с момента возникновения события до реакции измерительной системы на него, для измерения использовать внешний таймер;</li> <li>- создать 3 однотипных программ на языке BASIC, выполняющих накопление суммы.</li> <li>- измерить время реакции для случая работы одной программы и всего проекта в целом;</li> <li>- оценить изменение времени реакции.</li> </ul> <p>Дополнительная информация:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- внешнее воздействие имитировать кнопкой-грибок с адресом E1.9;</li> <li>- остановить таймер – сгенерировать сигнал по адресу A1.8.</li> </ul>

Вариант	Задание
4	<p>1. Разработать проект, включающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- программу P1 генерирования заданного интервала на языке РКС, предусмотреть возможность независимого изменения длительности импульса и паузы без прерывания процесса;</li> <li>- программу P2 измерения длительности внешнего события, программу реализовать на языке BASIC, измерение выполнить в секундах.</li> </ul> <p>Управление программами выполнить следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- программы P1 и P2 работают одновременно;</li> <li>- если программа на измерение интервала не поступила в течение 1 минуты, обе программы останавливаются.</li> </ul> <p>Для управления программами, в случае необходимости, использовать диспетчер (диспетчер разработать на языке AWL).</p> <p>Запуск проекта выполнять переключателем, который расположен на передней панели процессорной сборки.</p> <p>3. Оценка реакции системы на внешнее событие. Разработать проект, включающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- диспетчер (0-ю программу), который запускает все нижеперечисленные программы;</li> <li>- программу измерения времени с момента возникновения события до реакции измерительной системы на него, для измерения использовать внешний таймер;</li> <li>- создать 15 однотипных программ на языке AWL, выполняющих накопление суммы.</li> <li>- измерить время реакции для случая работы одной программы и всего проекта в целом;</li> <li>- оценить изменение времени реакции.</li> </ul> <p>Дополнительная информация:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- внешнее воздействие имитировать кнопкой-грибок с адресом E1.9;</li> <li>- остановить таймер – сгенерировать сигнал по адресу A1.8.</li> </ul>

- 3.2 Разработайте алгоритм выполнения поставленной задачи.
- 3.3 Ознакомьтесь с расположением элементов лабораторной установки.
- 3.4 Включите компьютер. Выполните вход:  
логин: **user**  
пароль: **user** (на латинской раскладке)
- 3.5 Запустите приложение FST405 (значок находится на рабочем столе).
- 3.6 По желанию запустите полноэкранный режим («alt» + «enter»).
- 3.7 Создайте новый проект.
- 3.8 Разработайте программы на заданных языках.

- 3.9 Выполните программирование управляющего процессора и отладку отдельных программ.
- 3.10 Выполните отладку проекта в целом.
- 3.11 Полученные результаты покажите преподавателю.

#### 4. Содержание отчета

Титульный лист  
 Вариант задания  
 Алгоритм программы  
 Текст программы

#### 5. Литература

Друнг Х., Люкке А. Система управления, программируемая через память. FPC-405 фирмы «FESTO Electronics»: Системное руководство/ Фирма «FESTO KG», отделение «ES-DE and IW-GD»




### FESTO FPC-405. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

Методические указания

Составитель Курганов Василий Васильевич

Подписано к печати \_\_\_\_\_.  
 Формат 60x84-16. Бумага «Классика»  
 Печать RISO. Усл. печ. л. 1.16. Уч. – изд. л. 1.05.

Заказ № \_\_\_\_\_ . Тираж \_\_\_\_\_ экз.

	<p>Томский политехнический университет          Система менеджмента качества          Томского политехнического университета сертифицирована          NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2000</p>	
ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ . 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.		