

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ**

**Методические указания к практическим занятиям  
по одноименному курсу  
для студентов специальности 1-53 01 01  
«Автоматизация технологических  
процессов и производств»**

Минск 2006

УДК 62-52(075.8)

ББК 34.9я73

П 54

Рассмотрены и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета

Составители:

*О. Г. Барашко, А. В. Овсянников*

Рецензент

доцент кафедры информационных систем и технологий БГТУ,  
кандидат физико-математических наук *Н. И. Гурин*

По тематическому плану изданий учебно-методической литературы университета на 2006 г. Поз. 79.

Для студентов специальности 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств».

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2006

## ВВЕДЕНИЕ

Предприятия, ведущие разработки без систем автоматизированного проектирования или лишь с малой степенью их использования, оказываются неконкурентоспособными вследствие как больших материальных и временных затрат на проектирование, так и невысокого качества проектов.

Общие вопросы, связанные с проектированием функциональных и принципиальных схем автоматизации, систем логического управления, расчетом надежности схем, изложены в следующем издании: Проектирование систем автоматизации: В 2 ч. / Сост. В. П. Кобринец. – Мн., 1990. – Ч. 1. В настоящей работе основное внимание уделено их практической реализации на основе компьютерных технологий.

Изучение основ проектирования SCADA-систем (Supervisory Control and Data Acquisition – сбор данных и оперативное диспетчерское управление) базируется на пакете iFIX фирмы General Electric, признанного лидера в этом направлении. Его важнейшим модулем является Workspace, который обеспечивает переключение между всеми компонентами системы, реализацию доступа к ним и производство всех необходимых манипуляций. Workspace содержит две полностью интегрированные среды: среду конфигурации и среду выполнения. В этих средах обеспечиваются все необходимые функции проектирования и просмотра графических экранных форм, расписаний, отчетов, помогающих операторам взаимодействовать с данными реального времени. При этом в среде конфигурации имеются все инструменты представления графики, текста, данных, анимации и диаграмм, требующиеся для создания экранных форм. Среда выполнения содержит средства просмотра этих экранных форм в реальном времени.

На основе пакета iFIX последовательно изложена вся цепочка проектирования прототипа SCADA-системы: ее конфигурирование, проектирование экранных форм и анимационных действий, а также общей мнемосхемы процесса.

В каждой теме приведены теоретические сведения, а также при необходимости поясняющие примеры для выполнения заданий. Варианты заданий, связанных с проектированием систем автоматизации, базируются на типовых технологических процессах и приведены в приложении.

## 1. ПОСТРОЕНИЕ СХЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА MS Visio

*Цель занятия:* изучить способы создания библиотек (шаблонов) элементов схем автоматизации средствами пакета MS Visio.



Пакет MS Visio предназначен для построения схем и диаграмм различного типа, в частности схем автоматизации. Одним из привлекательных преимуществ Visio является его полная интеграция с продуктами MS Office, в частности с популярным MS Word. Кроме того, в отличие от большинства графических программных пакетов, он не требует обладания особыми навыками рисования.

При построении схем (объектов) в MS Visio используются два основных способа:





- а) на основании графических примитивов;
- б) на основании готовых библиотек.


### Построение схем на основании графических примитивов

**Основные графические примитивы.** Пакет MS Visio включает в свой состав следующие основные примитивы: линия, дуга, кривая линия, прямоугольник, окружность, текст.


**Линия.** Для построения линии используются кнопки  и  на панели инструментов. Необходимо:

- выбрать одну из кнопок;
- указать точку начала линии;
- тянуть мышкой, пока линия не достигнет необходимых размеров, отпустить мышку.


**Дуга.** Рисование дуги и ее элементов производится с использованием кнопок  и  аналогично построению линии. Дуги различаются в зависимости от применяемого инструмента: дуга, построенная с использованием , является частью круга (угол и диаметр будет зависеть от способа перемещения мышки): дуга, рисуемая с помощью , является частью эллипса (его четверти).

**Кривая линия.** Для построения гладких кривых используется кнопка  на панели инструментов. Особенностью кривых является

наличие управляющих точек, с помощью которых их можно легко редактировать, т. е. изменять размеры и степень кривизны.


**Прямоугольник.** Для построения прямоугольников используется кнопка  на панели инструментов. Необходимо:

- выбрать данную кнопку;
- указать место расположения примитива;
- тянуть мышкой, пока примитив не примет необходимого размера, отпустить мышку.


**Окружность (эллипс).** Для построения окружности (эллипса) используется кнопка  на панели инструментов. Необходимо:


- выбрать данную кнопку;
- указать место расположения примитива;
- тянуть мышкой, пока примитив не примет необходимую форму (для построения круга придерживайте <Shift>), отпустить мышку.


Для редактирования вышеперечисленных примитивов можно выбрать окно «Размер и положение», которое вызывается следующим образом: **Вид/Размер и положение (View/Size & Position)**.


**Текст.** Для работы с текстом используется кнопка  на панели инструментов (либо блок текст). Для изменения параметров вводимого текста используется пункт контекстного меню **Текст (Text)**. При этом открывается окно, в котором задается тип и размер шрифта, выравнивание, а также настройки блока текста.













**Основные операции над примитивами и объектами.** Пакет MS Visio поддерживает следующие основные операции над примитивами и объектами:

 – поворот вправо (поворот объекта на 90° по часовой стрелке);

 – поворот влево (поворот объекта на 90° против часовой стрелки);

 – горизонтальное отражение (зеркальное отражение относительно вертикальной оси);

 – вертикальное отражение (зеркальное отражение относительно горизонтальной оси);

-  – выравнивание объектов;
-  – соединение объектов коннектором;
-  – перенести вперед выбранные пользователем объекты на странице рисунка;
-  – перенести на задний план выбранные пользователем объекты на странице рисунка;
-  – сгруппировать – создает группу из выбранных объектов;
-  – разгруппировывает выбранную группу на отдельные элементы;
-  – кнопка быстрого выбора цвета линии;
-  – кнопка быстрого выбора толщины линии;
-  – кнопка быстрого выбора типа линии;
-  – кнопка быстрого выбора направления стрелок для одного или обоих концов линии;
-  – кнопка быстрого выбора величины скругления углов;
-  – вызов диалогового окна управления слоями.

Если необходимо задать собственные параметры толщины линии, то надо открыть в меню **Формат/Линия (Format/Line)** и в разделе **Высота (Weight)** выбрать пункт **Особый (Custom)**.

### **Построение схем на основании пользовательских библиотек**

Основными элементами библиотек MS Visio являются шаблоны (Stencil) и образцы/трафареты (Template).

**Шаблон** – специальный файл с набором элементов, ориентированных на определенную прикладную область (обычно вертикальное зеленое поле, расположенное слева экрана). Расширение файла шаблона – \*.vss.

**Образец** – специальный файл, который содержит окно с набором шаблонов (расположено слева) и окно рисунка (пустой или ранее заполненный, созданными объектами; расположено справа) и хранит

их свойства (стили), например, набор и параметры линий, текста, заливок и т. п.

Образец помогает при создании нового проекта сразу войти в нужное рабочее окружение, т. е. открыть страницу проекта с соответствующими свойствами, нужными шаблонами и наборами свойств (стилей). Расширение файла образца – \*.vst.

**Создание шаблона (Stencil).** Если предполагается, что созданный объект будет часто использоваться, то удобнее всего создать шаблон и разместить в нем наиболее применяемые элементы с заданными параметрами. Для сохранения созданного объекта можно использовать либо уже существующее окно шаблона, либо создать собственное. Для открытия существующего окна шаблона необходимо в меню выбрать **Файл/Объекты/Открыть шаблон (File/Shapes/Open Stencil)**. В случае создания нового следует выбрать **Новый шаблон (New Stencil)**. После нажатия кнопки рядом с окном рисунка появится зеленое поле окна шаблона. Захватив мышью созданный объект, его перетаскивают в открывшееся окно. В окне появляется иконка, которую автоматически создает Visio. Своими очертаниями она напоминает исходный объект. Иконке присваивается название (обычно, master1), которое желательно переименовать, дав имя, соответствующее назначению объекта, например, смеситель, абсорбер и т. п.

Сохранять файл шаблона необходимо при его активном окне.

**Создание образца (Template).** Для создания образца необходимо:

- в открытом рабочем окне выбрать нужный набор шаблонов (при отсутствии таковых создать свой собственный, адаптированный к среде, в которой планируется проектировать);
- в окне рисунка создать объект, задать параметры линий, стиль текста и заливок (данный пункт может не выполняться, если в дальнейшем созданный объект не будет использоваться);
- сохранить созданный образец. Для этого в меню **Файл (File)** выбрать пункт **Сохранить как... (Save as...)** и в строке тип файла указать **Образец (Template) (\*.vst)**.

Изменение шаблона не сказывается на свойствах образца (при последующем открытии файла будут отображаться измененные шаблоны).

**Использование библиотек.** Для построения функциональных схем автоматизации можно использовать библиотеки, разработанные на кафедре АППиЭ Белорусского государственного технологического университета. Они хранятся в оболочке редактора MS Visio и имеют следующие разделы:

- а) приборы для измерения давления (разряжения);
- б) приборы для контуров расхода;
- в) приборы для контуров температуры;
- г) приборы для контуров уровня;
- д) приборы для различных контуров;
- е) приборы для измерения электрических величин;
- ж) условные обозначения приборов;
- з) условные обозначения основных технологических аппаратов;
- и) монтажное обозначение приборов;
- к) регулирующие органы;
- л) рамки.

Для построения любой функциональной схемы автоматизации необходимо извлечь из соответствующих разделов библиотеки требуемый аппарат и средства автоматизации. Используя операции перемещения, поворота и т. д., расположить их на функциональной схеме автоматизации и соединить между собой.

Необходимо помнить, что перед редактированием следует разгруппировать объект. Для этого необходимо перетащить элемент в рабочую область, после чего нажать на него правой кнопкой мыши, выбрать **Фигура (Shape)/Разгруппировать (Ungroup)**. После редактирования произвести группировку объекта, проделав аналогичные действия и выбрав опцию **Группировать (Group)**. Для редактирования собственно элементов наиболее часто используются следующие действия:

- для изменения размеров элемента необходимо перетащить элемент в рабочую область, после чего нажать на него правой кнопкой мыши. В раскрывшемся меню выбрать **Формат (Format)/Защита (Protection)**. В появившемся диалоговом окне требуется снять маркер напротив опций **Ширина (Width)** и **Высота (Height)**;
- для поворота элемента необходимо выполнить те же операции, что и приведенные выше, сняв маркер опции **Вращение**



(**Rotation**), а для написания пояснительного текста снять маркер напротив опции **Текст (Text)**;

- для установления прозрачности (если необходимо) надо перетащить элемент в рабочую область, нажать на него правой кнопкой мыши, в появившемся меню выбрать **Заливка (Fill)** и далее выставить 100% на опции **Прозрачность (Transparency)**.

### Пример

Создать шаблон для изображения объекта – ректификационной колонны следующего вида и занести его в библиотеку (рисунок).

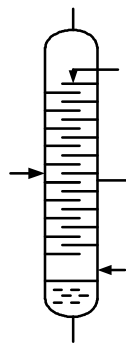


Рисунок. Шаблон ректификационной колонны


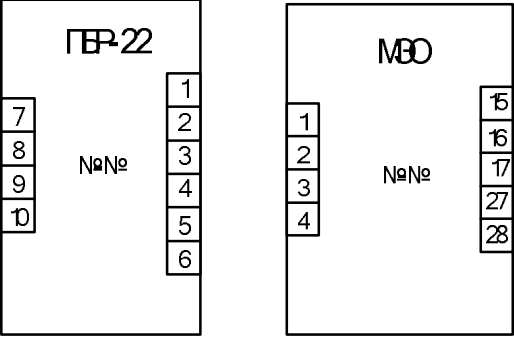
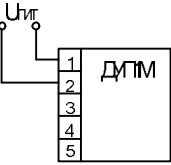
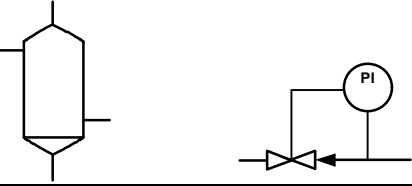
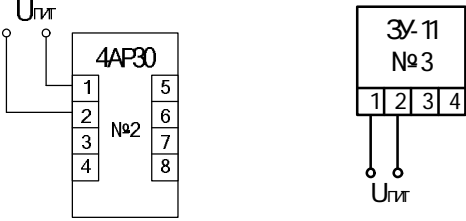

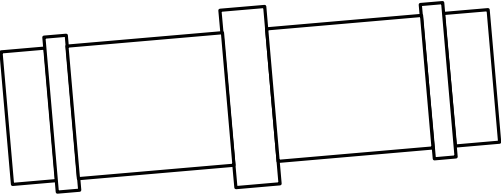
С помощью графических примитивов необходимо создать непосредственно сам объект. Для его сохранения выбираем пункт меню **Файл/Объект/Новый шаблон (File/Shapes/New Stencil)**. После этого слева от окна рисунка в окне **Формы (Forms)** открывается новый шаблон. Перетаскиваем созданный объект и помещаем его в открытое окно шаблона. После чего иконка колонны отображается в текущем окне. Далее необходимо переименовать созданный шаблон. Для этого щелкаем левой кнопкой по имени и вводим: «*Ректификационная колонна*».

Для сохранения шаблона щелкаем правой кнопкой мыши по заголовку шаблона, выбираем в контекстном меню **Сохранить как... (Save as...)** и в открывшемся окне указываем в строке тип файла **Шаблон (Stencil)**.

### Задания

1. С помощью MS Visio создать элементы схем автоматике, заданные в таблице, согласно варианту.

## Элементы схем автоматики

Вариант	Изображение элементов
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

2. Создать пользовательский шаблон и внести в него объекты, заданные в таблице, согласно варианту.

## 2. КОНФИГУРИРОВАНИЕ SCADA-СИСТЕМЫ iFIX

*Цель занятия:* изучить способы запуска утилиты системной конфигурации SCADA-системы и с ее помощью сконфигурировать систему для дальнейшей работы.

Предварительными условиями для функционирования SCADA-системы iFIX являются:

- установка на компьютере программного обеспечения;
- конфигурирование системы с необходимыми свойствами и параметрами;
- создание экранных форм (мнемосхем) процессов;
- подключение оборудования.

Для конфигурации системы служит утилита системной конфигурации System Configuration Utility (SCU). Запуск SCU можно произвести несколькими способами:

- нажать **Пуск/Выполнить (Start/Run)**, после чего в поле «Открыть» ввести SCU и нажать <OK>;
- запустить приложение Intellution iFIX, затем нажать на кнопку «Запуск System Configuration Utility» (рис. 2.1);
- открыть папку «Dynamics» и запустить SCU-файл.



Рис. 2.1. Внешний вид окна приложения Intellution iFIX

После запуска SCU появляется окно SCU-iFIX (рис. 2.2), в котором можно сконфигурировать систему с необходимыми свойствами.



Рис. 2.2. Окно SCU-iFIX




Нижняя часть окна SCU содержит «Инструментарий». Назначение каждого инструмента приведено в таблице.

Таблица

### Инструменты SCU

Инструмент	Окно свойств	Функции
	Конфигурация путей	Задаёт местоположение и имя каталогов iFIX
	Конфигурация тревог	Разрешает и конфигурирует службы тревог
	Конфигурация сети	Конфигурирует сетевые соединения (выбрать тип и свойства сети)
	Конфигурация SCADA	Конфигурирует серверы SCADA

Окончание таблицы

Инструмент	Окно свойств	Функции
	Конфигурация задач	Выбирает задачи для автоматического запуска в различных режимах пуска
	Конфигурация защиты	Конфигурирует защиту среды
	Учетные записи SQL	Создает списки входа SQL и конфигурирует SQL-задачи
	Конфигурация зон тревоги	Редактирует базу зон тревог

Настройка системы производится последовательно в каждом окне свойств. Задаваемые свойства системы зависят от процесса, под который разрабатывается SCADA.

Основными инструментами SCU являются окна свойств «Конфигурация SCADA», «Конфигурация тревог» и «Конфигурация задач».

В окне «Конфигурация SCADA» (рис. 2.3) пользователь разрешает/запрещает поддержку SCADA (выбрать «Вкл.» на вкладке «Поддержка SCADA»).

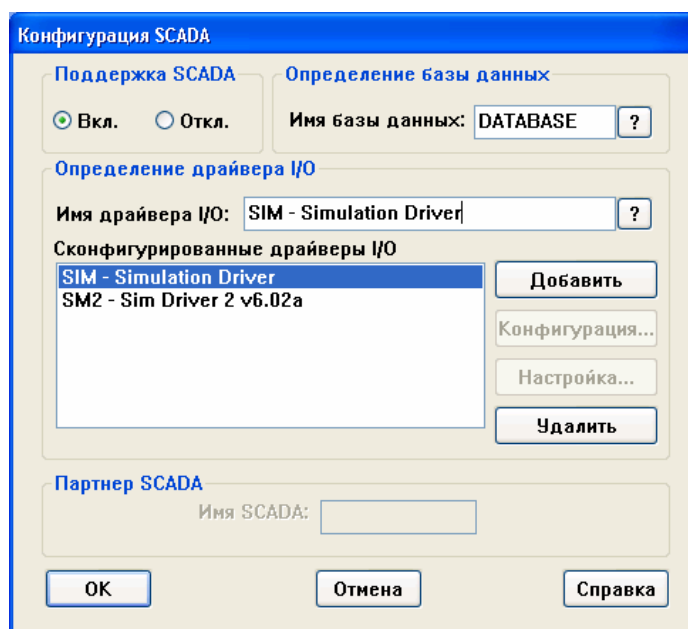


Рис. 2.3. Окно «Конфигурация SCADA»

Далее необходимо создать/выбрать уже существующую базу данных процесса на вкладке «Определение базы данных». Имя базы данных можно изменить двойным щелчком по строке «Имя базы данных». Пакет iFIX поддерживает ввод текста как на русском, так и на английском языках. Имя базы данных должно иметь смысл и быть удобным для использования.

Затем в окне свойств «Конфигурация SCADA» необходимо создать список драйверов, с которыми будет работать система. В пакете iFIX уже имеется ряд драйверов. Например, SIM и SIM2 – драйверы, предоставляющие 2000 регистров для имитации данных процесса и тестирования базы данных.

Для подключения оборудования нужно применять соответствующие драйверы устройств, как правило, поставляющиеся производителями при покупке оборудования.

В окне свойств «Конфигурация тревог» (рис. 2.4) можно включить/отключить генерацию требуемых тревог для разрабатываемого процесса. Активированные тревоги информируют оператора о ходе технологического процесса.

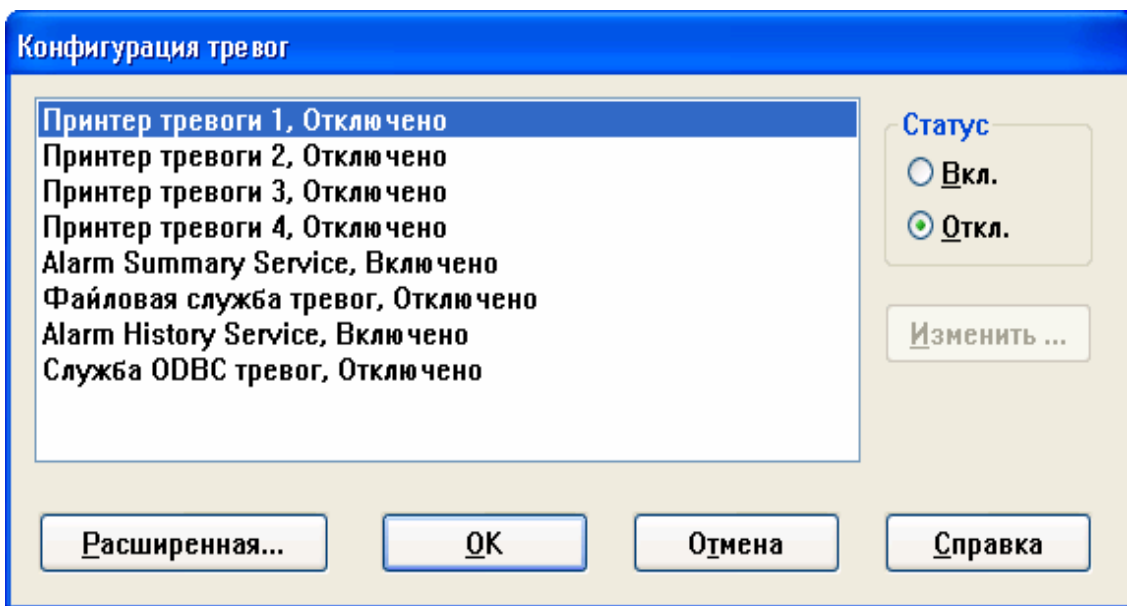


Рис. 2.4. Окно «Конфигурация тревог»

Также можно включить/отключить следующие службы тревог: принтеры тревог, службу сводки тревог, службу файлов тревог, службу истории тревог, службу сетевого сервиса тревог, службу пусковой очереди тревог.

Кнопка «расширения» позволяет изменить формат сообщений, выбрать отдельные зоны тревог, определить очередность используемых тревог, сконфигурировать сообщения о тревогах оператору, настроить сообщения регламента.

В окне свойств «Конфигурация задач» определяется порядок и режим запускаемых задач (рис. 2.5). Выбранные задачи будут автоматически запускаться при каждом запуске системы в том порядке, в каком они перечислены в диалоговом окне «Сконфигурированные задачи».

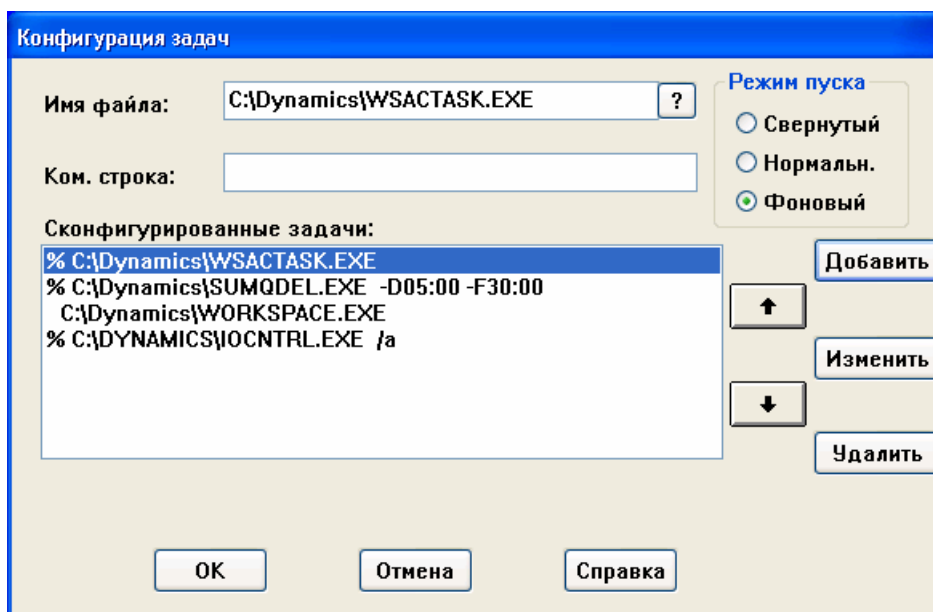


Рис. 2.5. Окно «Конфигурация задач»

Таким образом, формируя список задач, определяется порядок запуска SCADA-системы.

### Задания


1. Запустить SCU любым из вышеописанных способов. Создать новый конфигурационный файл узла iFIX. Для этого в меню **Файл (File)** указать опцию **Создать (New)**.

Выбрать тревоги и объяснить необходимость их использования для выполнения работы. Задать базу данных для работы, создать список драйверов.

2. Создать конфигурационный файл, выбрать тревоги, задать базу данных для работы и создать список драйверов для указанного преподавателем типового процесса автоматизации (см. приложение).

### 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКРАННЫХ ФОРМ В SCADA-СИСТЕМЕ iFIX

*Цель занятия:* освоить методы создания экранных форм с помощью панели инструментов. Изучить использование готовых объектов «Альбома Динамо».

Основным инструментом для работы со SCADA-системой iFIX является среда разработки, конфигурирования и выполнения Intellution WorkSpace (далее WorkSpace). Она открывается при запуске приложения iFIX. При запуске появляется окно с названием «iFIX Startup». Так как конфигурирование системы iFIX было проведено в работе № 2, следует приступить к следующему шагу: ввести в «Запуск iFIX со следующими настройками» имя сконфигурированного ранее узла, после чего выбрать созданный SCU-файл и нажать на кнопку  (рис. 3.1).

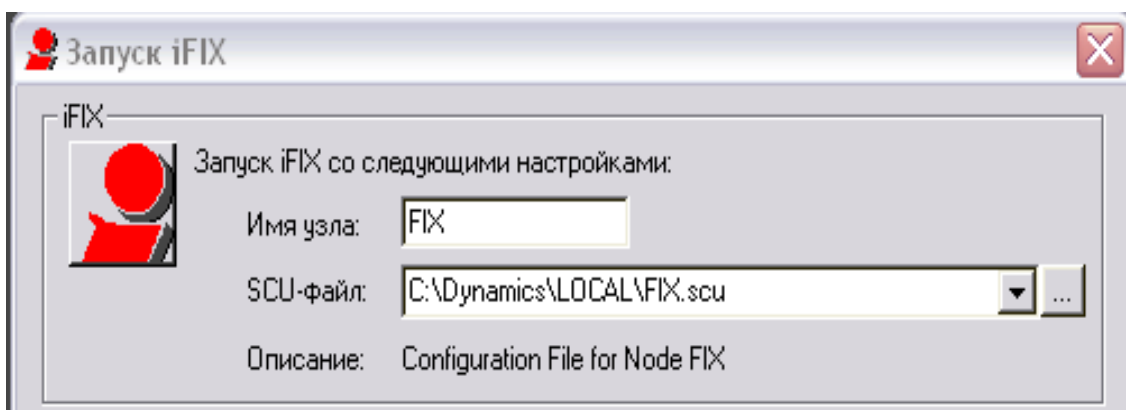


Рис. 3.1. Последовательность запуска iFIX

В результате открывается окно WorkSpace (рис. 3.2), в котором можно выделить три основные зоны: 1) панель инструментов (вверху); 2) системное дерево (слева); 3) рабочую зону (справа). WorkSpace совмещает в себе две среды: среду конфигурирования (среду разработчика) и среду выполнения (среду пользователя). В среде конфигурирования разработчик создает экранные формы, т. е. рисунки, которые наглядно отображают аппараты, трубопроводы и другие компоненты технологической установки. Среда выполнения предназначена для непосредственной визуализации протекания процесса.



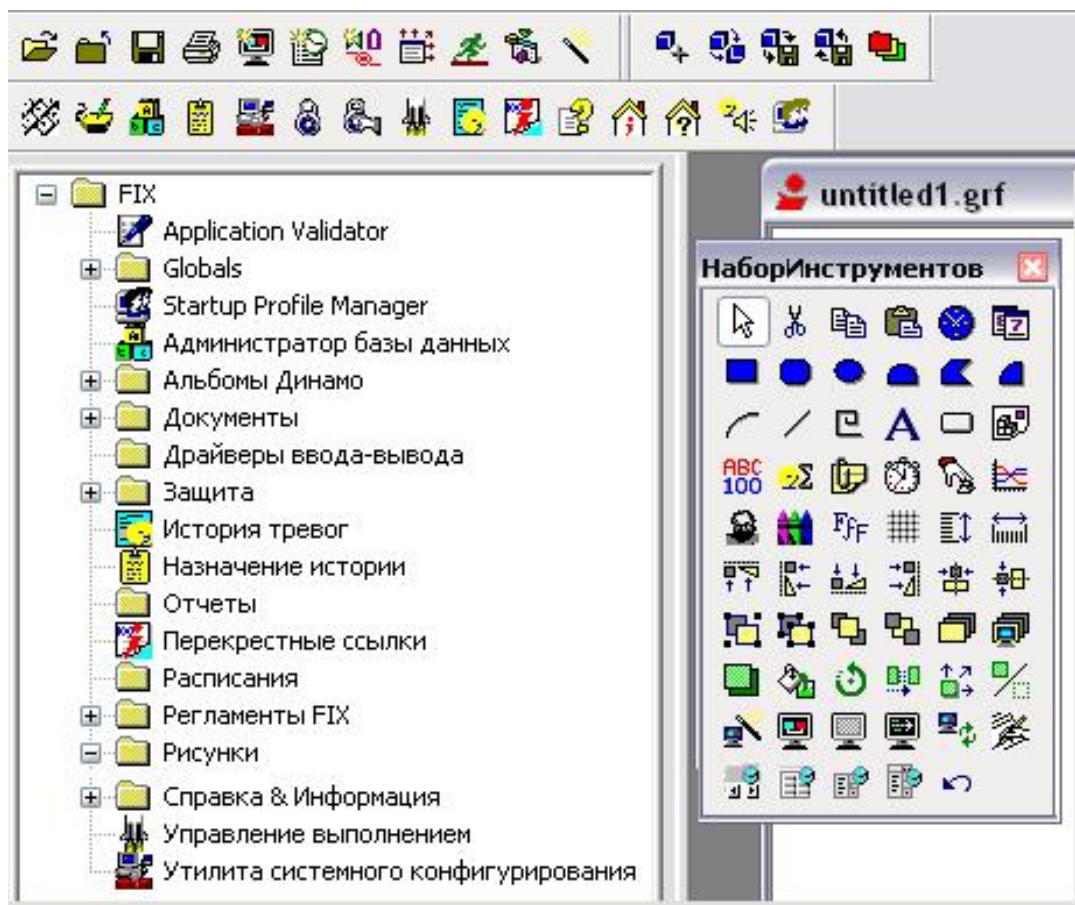







Рис. 3.2. Окно WorkSpace

Рассмотрим каждую из зон WorkSpace.

**Зона «Панель инструментов».** Состоит из трех блоков кнопок. Стандартная панель инструментов позволяет, кроме типовых операций (создавать, открывать, сохранять и печатать документ), осуществлять следующие действия:

-  – вставлять новый рисунок;
-  – вставлять новое расписание;
-  – вставлять новый «Альбом (библиотеку) Динамо»;
-  – расширять рабочую зону на весь экран, что дает возможность без переключения в среду выполнения просмотреть рисунок;
-  – переключиться из среды конфигурирования в среду выполнения;



– открыть редактор Visual Basic;



– открыть «Мастер задач» (помощник).

Панель приложений содержит кнопки, которые запускают приложения iFIX без помощи системного дерева (т. е. дают возможность, например, редактировать базу данных, изменять параметры в SCU) и позволяют получить доступ к информации из электронных книг iFIX, а также выходить на сайты Intellution, GE Fanuc и технической поддержки. Кроме того, она содержит следующие кнопки:



– редактор макросов;



– редактор теговых групп;



– администратор базы данных;



– назначение истории;



– утилита системного конфигурирования;



– управление выполнением.

Панель утилит позволяет выполнять следующие операции с базой данных без открытия «Администратора базы данных»:



– добавлять блоки;



– модифицировать блоки;







– сохранять базу данных;



– перезагружать базу данных.

**Зона «Системное дерево».** Отображает в иерархическом виде файлы, имеющиеся на локальном узле. При первом запуске WorkSpace системное дерево показывает имя локального узла на вершине дерева и следующие папки и приложения, приведенные в таблице.

## Элементы системного дерева

Элемент	Название	Функции
	История тревог	Позволяет отобразить 200 последних тревог и сообщений, полученных компьютером
	Администратор базы данных	Дает возможность создавать и редактировать базы данных процессов
	Документы	Позволяет создавать любые документы Word или Excel
	Альбомы Динамо	Содержит «Альбомы Динамо»
	Регламенты FIX	Включает в себя главный и управляющий регламенты (набор правил, по которым изменяются значения блоков базы данных)
	Назначение истории	Позволяет создавать файлы, хранящие список тревог за определенный интервал времени (4, 8, 24 ч)
	Драйверы	Содержит драйверы ввода/вывода, сконфигурированные для локального узла
	Управление выполнением	Отображает фоновые задачи – все задачи, выполняемые системой на данный момент, но не отображаемые в окне выполнения
	Рисунки	Содержит список созданных рисунков, а также список объектов каждого рисунка
	Отчеты	Хранит отчеты, сформированные программным пакетом генерации отчетов
	Расписания	Содержит расписания – список определенных пользователем реакций (действий) системы при наступлении определенных событий
	Защита	Содержит файлы <b>Конфигурация защиты (Security Configuration)</b> и <b>Вход (Login)</b> , позволяющие задавать конфигурацию защиты и входить в локальный узел
	Утилита конфигурирования	Конфигурирует локальный узел (занятие № 2)

**Зона «Рабочая зона».** Предназначена для рисования и создания объектов, отображающих технологические аппараты, трубопроводы, текущие значения параметров процесса и др. Эта зона сразу после запуска содержит два окна: окно рисования (открывается с названием «untitled1») и окно «Набор Инструментов».

Для отображения реального процесса с помощью iFIX необходимо для начала этот процесс «нарисовать». iFIX позволяет разработчикам и операторам быстро создавать динамические экранные формы (рисунки). Сделанный ранее рисунок открывается при выборе в системном дереве папки «Рисунки». Создание же нового рисунка происходит при нажатии кнопки «Создать рисунок» на панели инструментов. При этом появляется диалоговое окно «Мастер создания рисунка», где необходимо отметить два пункта: «Создать по умолчанию Untitled» и «Показать Вид рисунка в WorkSpace», – нажать «Готово(F)» (рис. 3.3).

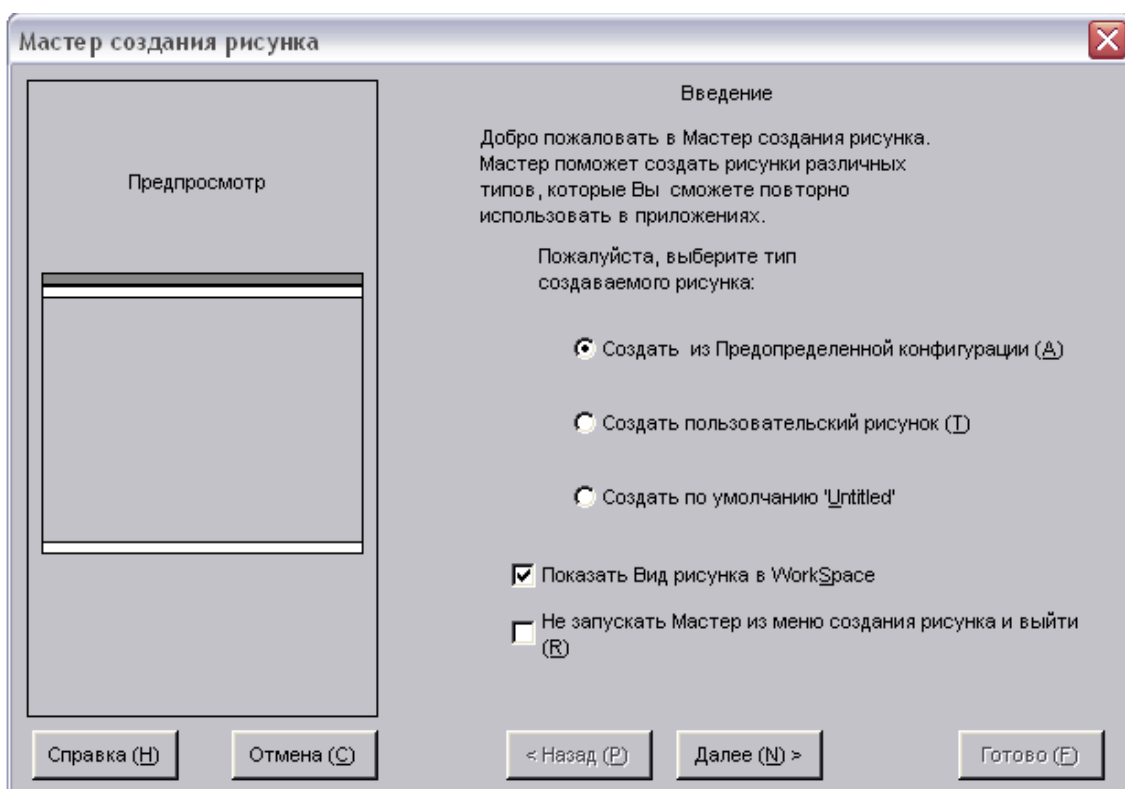


Рис. 3.3. Диалоговое окно «Мастер создания рисунка»

В результате открывается новый рисунок с названием «untitled1», в котором будут создаваться экранные формы. Этот рисунок необходимо сохранить, учитывая следующие ограничения по на-

именованию: первый символ названия должен быть буквой; нельзя использовать следующие символы: пробел, восклицательный знак, точку, @, &, \$, #; название рисунка не должно превышать 255 символов.

С помощью набора инструментов можно добавлять в рисунок различные объекты. При наведении курсора на любой элемент в окне «Набор Инструментов» (рис. 3.4) выплывает подсказка, которая содержит краткое описание добавляемого объекта.






Рис. 3.4. Окно «Набор Инструментов»

Объекты «Набора Инструментов» делятся на несколько групп, среди которых можно выделить:

- редактирование – инструменты для выделения, вырезания, копирования и вставки объекта;
- время, дата – объекты, отображающие соответственно текущие время и дату;
- фигуры – детали, из которых составляется рисунок (прямоугольник, скругленный прямоугольник, овал, сегмент, многоугольник, сектор, дуга, прямая, ломаная);
- текст, который добавляется к любому другому объекту и который можно форматировать;
- диаграмма отражает тренд данных реального времени или архивных данных;
- точеные рисунки, которые вставляются в текущий рисунок iFIX из других файлов;

- цвет, шрифт являются не самостоятельными формами, а лишь инструментом для изменения цвета выделенного объекта и шрифта выделенного текста;
- штемпель данных отображает значение какого-либо параметра процесса на данный момент времени;
- сводка тревог отражает информацию о состоянии тревог;
- переключатель сетки включает/выключает сетку при рисовании;
- распределение, выравнивание, группирование и вынесение на передний или задний план выделенных объектов.

Объект добавляется в рисунок нажатием на обозначающую его кнопку. Некоторые формы рисуются путем задания с помощью мыши последовательности опорных точек. Например, для рисования дуги нужно щелкнуть по кнопке  на панели инструментов, а затем тремя щелчками в области рисования обозначить ширину и высоту дуги. Аналогично рисуется сегмент  и сектор  (рис. 3.5).

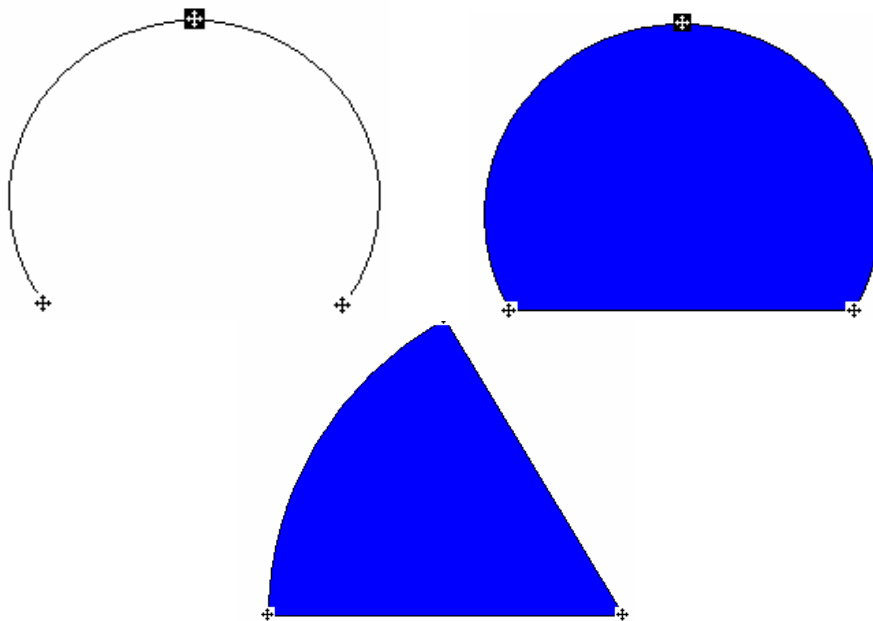


Рис. 3.5. Рисование дуги, сегмента и сектора

После добавления фигуры в рисунок ее можно преобразовывать, т. е. менять ее цвет, размер, стиль заполнения переднего плана. Для этого необходимо навести курсор мыши на фигуру и нажать правую кнопку мыши. Появится выплывающее меню, в котором выбирается какая-либо опция изменения свойств объекта (рис. 3.6).

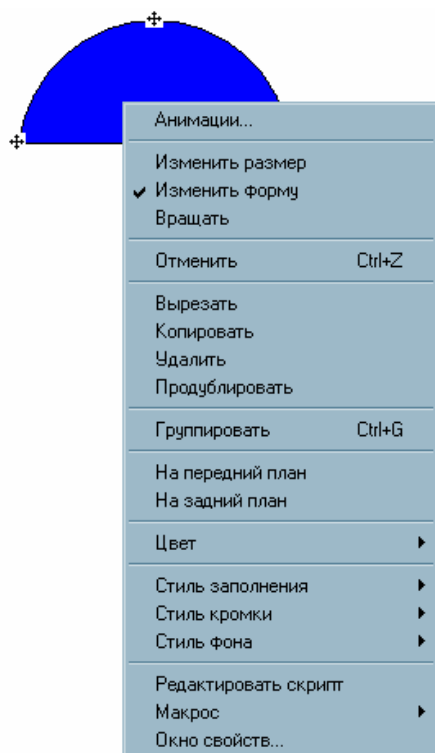


Рис. 3.6. Опции изменения свойств объекта

При выборе опций **Изменить размер**, **Изменить форму**, **Вращать** у выделенного объекта появляются указатели, позволяющие изменять его размер, форму или вращать. Можно изменить вид объекта, выбирая опции **Стиль заливки**, **Стиль кромки**, **Стиль фона**. Опции **Анимации...**, **Редактировать скрипт**, **Макрос** в данном занятии не используются. Опция **Окно свойств** открывает окно «Properties», отображающее свойства данного объекта (его название, цвет, шрифт текста и т. д.). Опции **Группировать**, **На передний план**, **На задний план** используются при выделении нескольких объектов.

Добавленному в рисунок объекту автоматически присваивается название, с которым этот объект отображается в системном дереве. Чтобы изменить название объекта, нужно либо открыть окно «Properties», как было указано выше, и изменить строку «Name», либо произвести двойной щелчок по объекту и в открывшемся окне «Диалог Основные Анимации» (рис. 3.7) в поле «Имя объекта» ввести желаемое имя. При наименовании объектов следует помнить, что их названия не должны совпадать с названием рисунка. Остальные опции окна «Диалог Основные Анимации» на данном этапе изучения iFIX пока рассматриваться не будут.



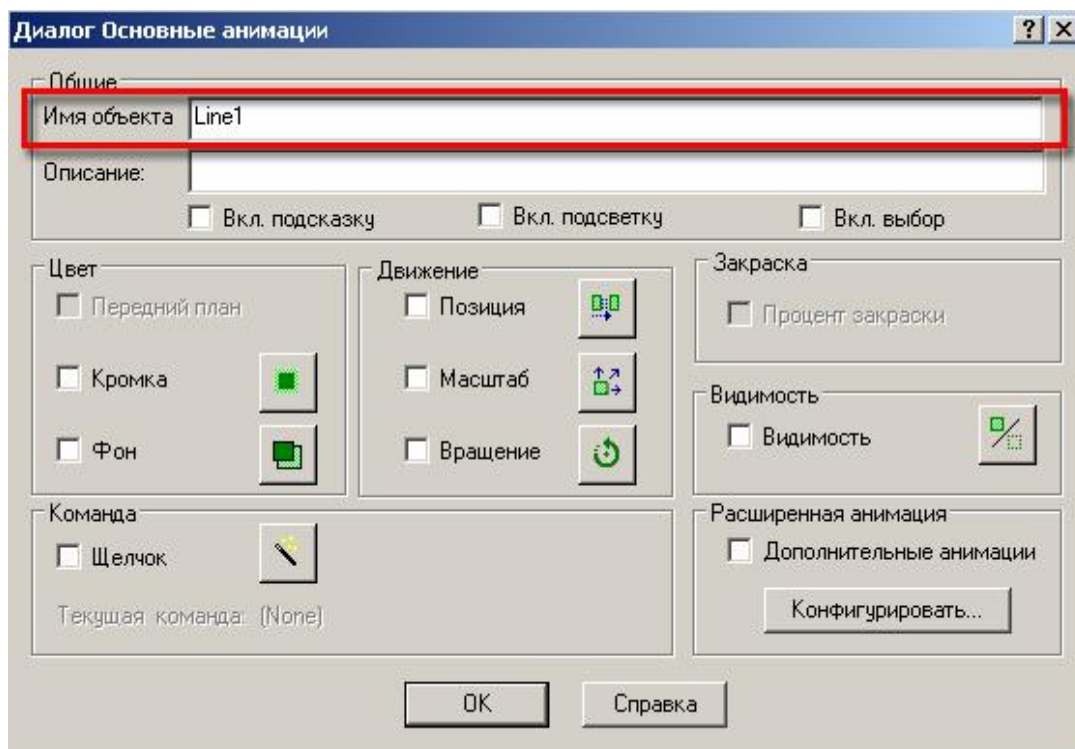


Рис. 3.7. Окно «Диалог Основные Анимации»

В iFIX также есть набор «Альбомов Динамо», содержащий наиболее часто встречающиеся формы и объекты, которые можно многократно использовать в различных рисунках. При выборе в системном дереве папки «Динамо», открывается список «Альбомов Динамо». При выборе, например, элемента «Клапаны», в нижней части области конфигурирования появляется окно (рис. 3.8).

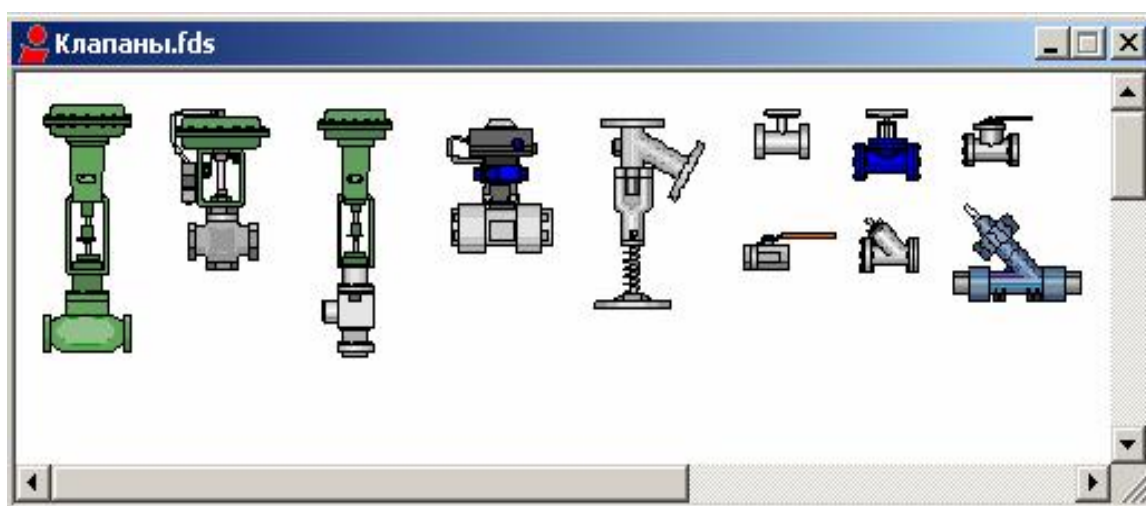


Рис. 3.8. Альбом «Клапаны»



Можно также создавать собственные «Альбомы Динамо». Способ создания нового «Альбома Динамо» будет указан ниже.

Рисунки в iFIX позволяют отображать изменения параметров процесса (температуры, уровня и т. д.) динамически, т. е. посредством анимации, для чего необходимо создание базы данных переменных. Проектирование баз данных переменных для анимации будет рассмотрено на занятии № 4.

### Пример

Создать экранную форму объекта автоматизации – резервуар с раствором, подаваемым насосом. Требуемый вид экранной формы представлен на рис. 3.9.

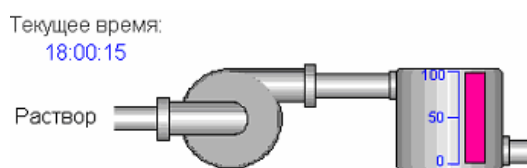


Рис. 3.9. Экранная форма объекта автоматизации

Вначале запускаем SCADA-систему iFIX.

Сохраняем пустой файл конфигурирования (т. е. рисунок) системы (по умолчанию iFIX присваивает ему имя «untitled1.grf»). Для этого выбираем в главном меню **Файл/Сохранить как... (File/Save as...)**. В результате в заголовке окна появится имя, указанное для нового файла.

Открываем папку «Альбомы Динамо» в системном дереве и двойным щелчком мыши выбираем альбом «Резервуары», а в нем – резервуар «TankMainStorageD1» (при щелчке по объекту его имя выделяется в системном дереве серым цветом) и «перетаскиваем» его в окно конфигурирования.

В папке «Альбомы Динамо» выбираем альбом «Трубы». С помощью элементов этого альбома рисуем трубопровод для подаваемого раствора (рис. 3.10).

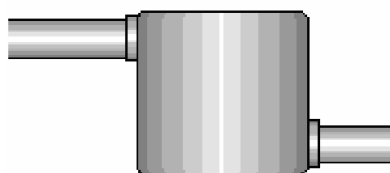


Рис. 3.10. Резервуар с трубами на экранной форме

Для удобства дальнейшей работы можно сгруппировать созданный объект. Группировку можно произвести двумя способами:

- нажимаем левую клавишу мыши и, не отпуская ее, двигаем курсор по диагонали. На экране отображается рамка выделения. Когда все необходимые объекты попали в рамку, отпускаем кнопку мыши. В результате будут выбраны объекты, полностью попавшие в рамку выделения;
- нажимаем <Ctrl> и, не отпуская ее, выбираем необходимые элементы, щелкая по ним левой кнопкой мыши. После определения нужных для группировки элементов щелкаем на любом из них правой кнопкой мыши. В появившемся меню выбираем опцию **Группировать**.

Для быстрой группировки объектов можно также использовать комбинацию <Ctrl + G> либо соответствующую кнопку в «Наборе Инструментов».

Выбираем альбом «Насосы» и добавляем в схему насос «PumpA1».

Подводим насос к трубопроводу раствора. К самому насосу также подводим трубопровод (рис. 3.11) и группируем объект.

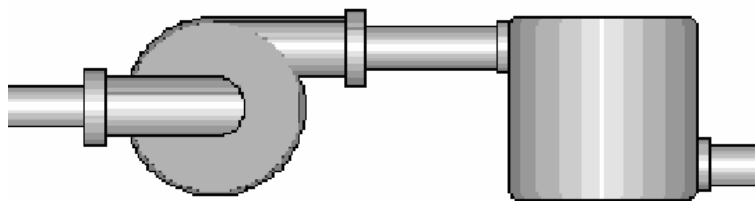


Рис. 3.11. Резервуар и насос с трубами на экранной форме

Для удобства дальнейшего использования сохраним созданный объект как элемент «Альбома Динамо», т. е. создадим новый «Альбом Динамо» и добавим туда объект. Сделать это можно двумя способами: либо при выборе на панели инструментов значка «Новый альбом Динамо», либо при щелчке правой кнопкой мыши на элементе «Альбома Динамо» в системном дереве и выборе в появившемся меню **Создать Dynamo Set**. Выбирая **Файл/Сохранить как... (File/Save as...)**, сохраняем новый альбом под названием «Емкости». Затем «перетаскиваем» в окно альбома созданный объект и снова сохраняем альбом. Теперь в окне «Емкости» выделяем объект щелчком правой кнопкой мыши и выбираем в появившемся меню **Окно свойств**. Выбираем строку «Name» и меняем название объекта на «Container1». Сохраня-

ем альбом. В результате появляется новый альбом «Емкости» с элементом «Container1», который теперь можно использовать в других проектах iFIX.

Поскольку средства iFIX позволяют визуализировать ход процесса в реальном времени, то мы можем добавить элемент, который в дальнейшем будет отображать изменение уровня раствора внутри резервуара (анимация объектов рассматривается на занятии № 4). Выбираем в наборе инструментов элемент «Прямоугольник» и «перетаскиваем» его в окно конфигурирования. Изменяем размер прямоугольника таким образом, чтобы он был соизмерим с изображением резервуара (рис. 3.12).

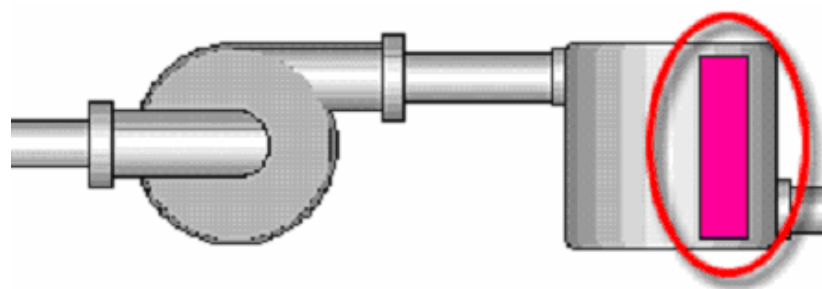


Рис. 3.12. Добавление уровня в резервуаре в экранную форму

Создаем шкалу показания значений уровня раствора внутри резервуара. Для этого используем инструменты «Линия» и «Текст» (рис. 3.13). Для удобства редактирования элементы можно копировать и вставлять при помощи стандартных комбинаций: <Ctrl + C> – копирование, <Ctrl + V> – вставка. Для перемещения можно использовать клавиши «Вверх», «Вниз», «Влево», «Вправо».

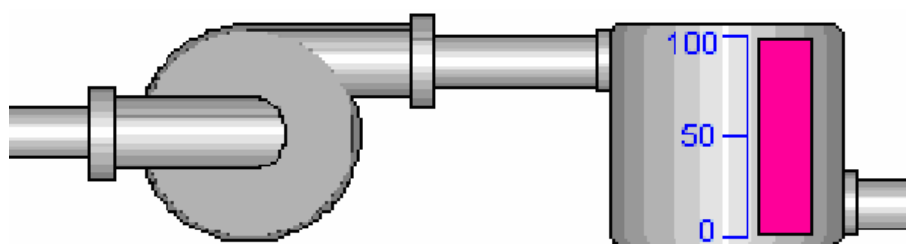


Рис. 3.13. Добавление шкалы показаний уровня в экранную форму

Для изменения содержания текстового элемента открываем «Окно свойств...», в поле «Caption» вводим необходимый текст.

После создания индикатора и шкалы группируем эти объекты и сохраняем их в новом «Альбоме Динамо» под именем «Scale1».

Добавляем в нашу схему индикатор текущего времени (инструмент «Время»), а также два поясняющих текстовых элемента: «Текущее время» и «Раствор».

Сравниваем результат с изображением, представленным на рис. 3.9.

### Задания

1. Повторить последовательность действий, приведенных в вышерассмотренном примере.

2. Создать экранную форму (рис. 3.14), пользуясь описанными выше приемами. При этом следует учитывать, что внутренний прямоугольник, шкала, прямоугольники с метками «М» и «Л» предназначены для анимации объекта, а это будет рассмотрено на занятии № 4.



Рис. 3.14. Вид экранной формы

3. Создать экранную форму для указанного преподавателем типового процесса автоматизации (см. приложение).

#### 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АНИМАЦИОННЫХ ФОРМ В SCADA-СИСТЕМЕ iFIX

*Цель занятия:* разработать анимационные действия в WorkSpace на основе базы данных.

В системе iFIX придание анимационных свойств экранным формам неразрывно связано с данными о ходе протекания технологического процесса, хранящимися в базе данных (рис. 4.1).

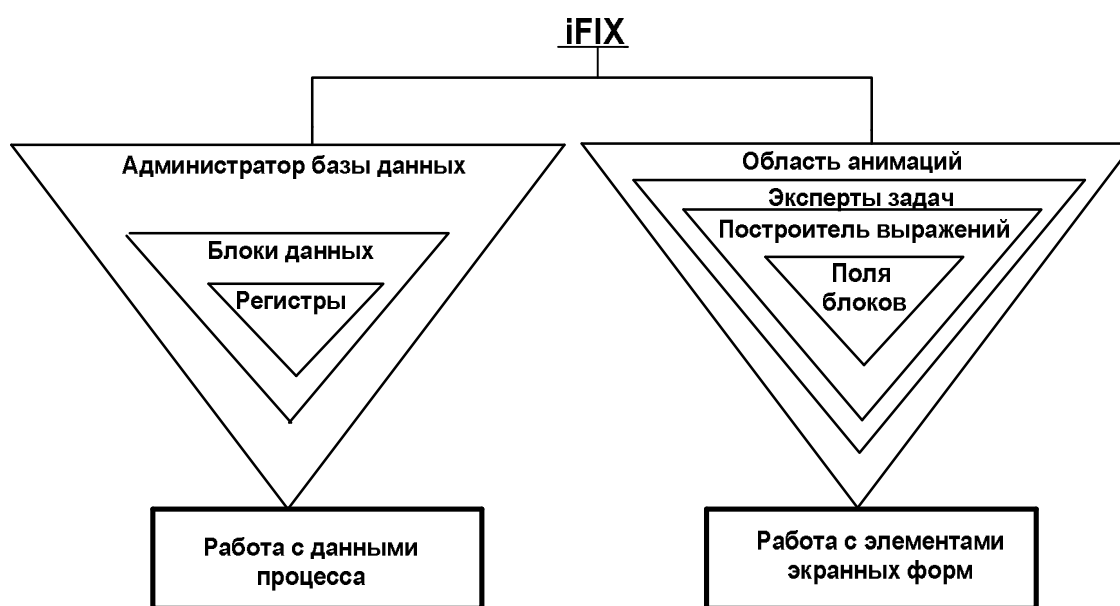


Рис. 4.1. Связь анимации и базы данных в iFIX

Администратор базы данных формирует логическую структуру управления процессом.

Блоки данных определяют способы обработки данных.

Регистры данных представляют собой адреса для обращения к данным технологического процесса.

Основные и дополнительные анимации – динамические действия, которые можно устанавливать созданному элементу экранной формы.

Эксперты задач задают определенные действия элементам экранных форм.

Построитель выражений назначает связи созданных графических изображений с блоками данных (тегами).

Поля блоков задают определенные действия выбранному блоку данных.

Более подробно рассмотрим вышеперечисленные компоненты.

**Администратор базы данных.** Главным инструментом для создания и управления базами данных процесса является «Администратор базы данных» (Database Manager). Это программа позволяет открыть и конфигурировать базу данных любого SCADA-сервера. Запустить «Администратор базы данных» можно, щелкнув по соответствующей иконке на панели инструментов (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Администратор базы данных

**Блоки данных.** Данные реального времени ведутся в базе данных iFIX, которая состоит из функциональных блоков различных типов. Состав и тип блоков зависит от технологического процесса, под который разрабатывается SCADA-система. Блоки могут выполнять следующие функции:

- принимать значения из других блоков, из OPC-серверов либо непосредственно из драйверов ввода/вывода;
- манипулировать значениями в соответствии со своей конфигурацией;
- сравнивать вводимые значения с заранее заданными пределами;
- масштабировать производственные величины в заданный диапазон;
- выполнять вычисления;
- выводить значения обратно в драйвер ввода/вывода или OPC-сервер.

На рис. 4.3 показано диалоговое окно «Выбор типа блока».

Блоки подразделяются на первичные и вторичные. Данные поступают в первичные блоки. К ним относятся, например, блоки типа аналоговый и дискретный ввод (AI и DI), аналоговая и дискретная тревога (AA и DA), аналоговый и дискретный регистры (AR и DR). Сканирование первичных блоков осуществляется по времени или по изменениям в принимаемых данных. Для приема данных реального

времени первичные блоки настраиваются на какой-либо драйвер реального времени.

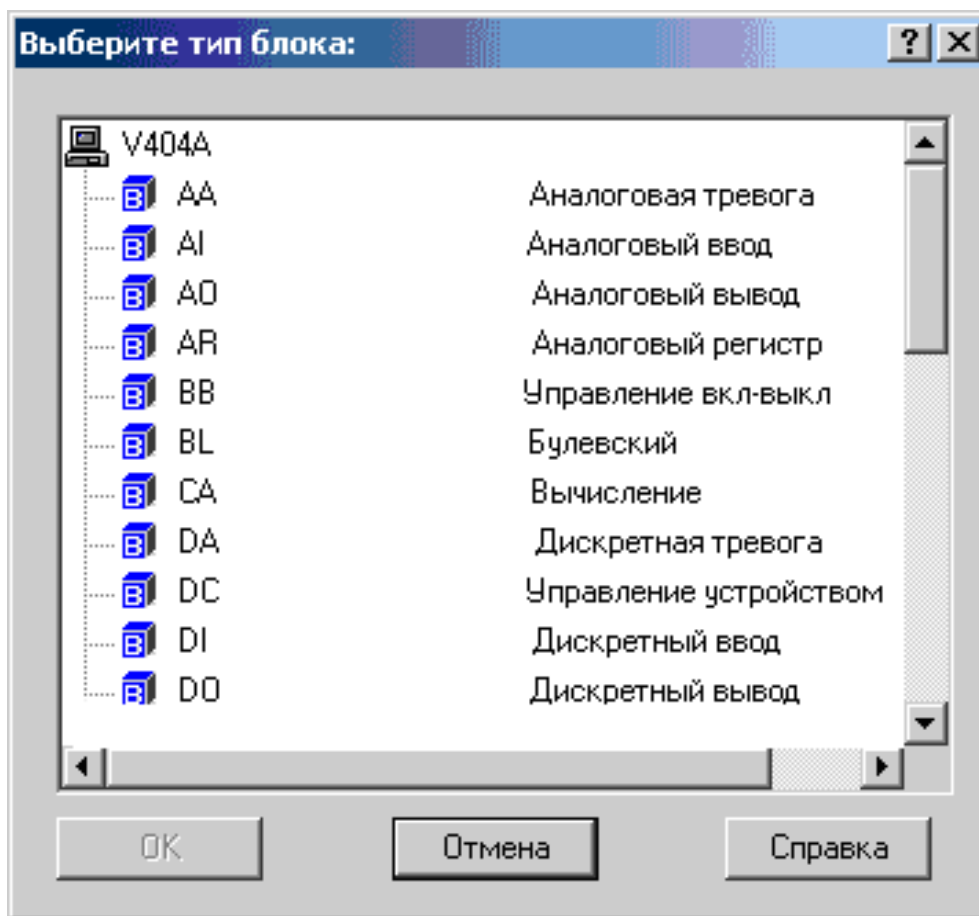


Рис. 4.3. Окно «Выбор типа блока»

Каждый блок в базе данных имеет свое окно свойств (рис. 4.4). В зависимости от назначения блока у него могут быть те или иные свойства, присущие только ему. Например, в блоке «Аналоговая тревога» можно использовать следующие свойства.

На вкладке «Основные свойства» необходимо привести:

- **имя тега.** Указывается, исходя из удобства построения SCADA-системы;
- **описание блока;**
- **предыдущий/следующий.** Данная графа используется, когда необходимо построить цепочку взаимосвязанных блоков;
- **драйвер.** В данной строке указывается драйвер ввода/вывода (выбираемый драйвер зависит от оборудования процесса);

- **адрес I/O.** Блоки базы данных читают и записывают значения по указанным адресам;
- **преобразование сигнала.** Позволяет выбрать, каким образом диапазон величин, приходящих от аппаратуры, переводится в диапазон инженерных величин (ИНВ) блока. Это свойство указывается только в случае, когда необходимо преобразовать входной сигнал;
- **опции аппаратуры.** Позволяют выбрать определенный формат адресации управления устройствами, который блок использует для связи с аппаратурой процесса на производстве. В большинстве случаев данная ячейка остается пустой;
- **период сканирования.** Может быть по изменениям или по времени (наименьший интервал сканирования – 0,1 с);
- **нижняя/верхняя граница** – диапазон используемых значений.

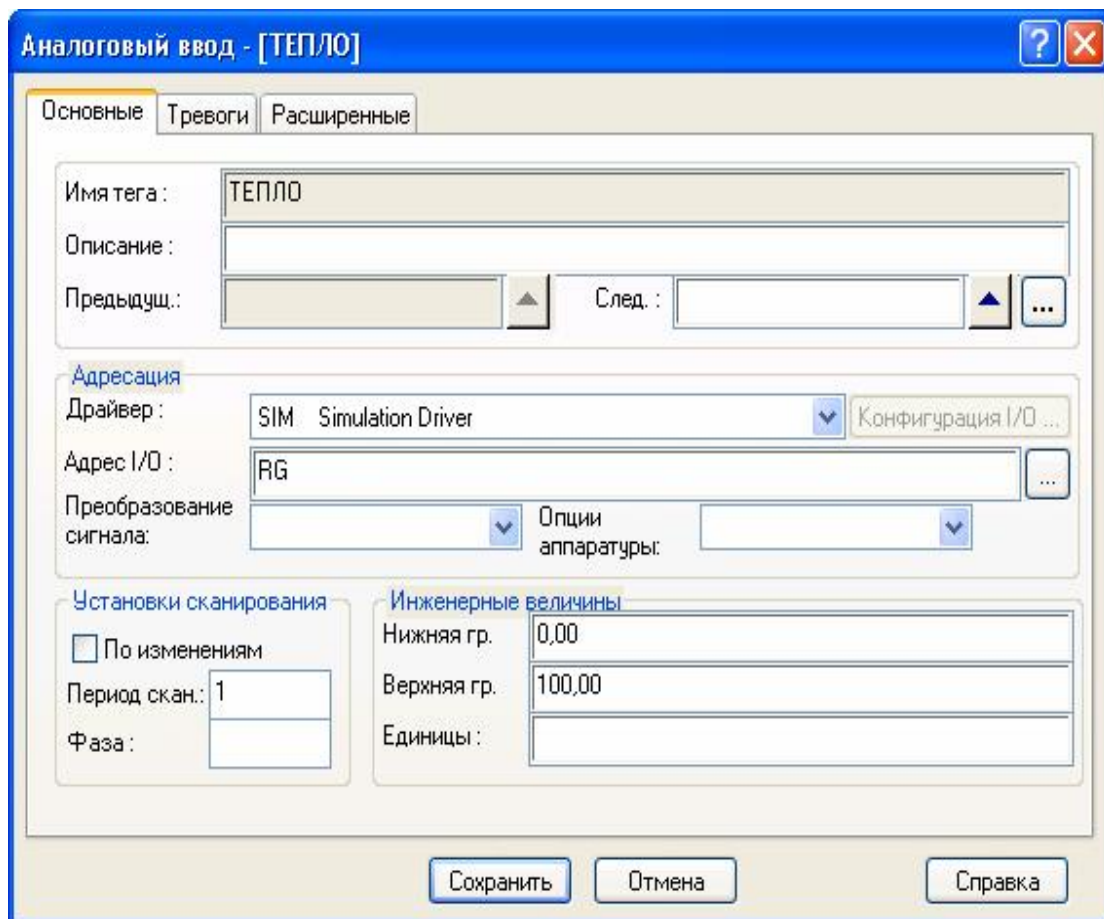


Рис. 4.4. Окно свойств блока «Аналоговый ввод»



Чтобы каждый первичный блок в базе данных получил данные, необходимо установить связь с точками ввода/вывода через драйвер ввода/вывода. В iFIX встроены два имитационных драйвера: SIM и SIM2, которые можно использовать для тестирования цепочек блоков до соединения с реальным оборудованием. Имитационный драйвер – эта матрица адресов. Если один блок пишет по заданному адресу, другие могут считывать значения по этому же адресу.

**Регистры данных.** В регистрах SIM генерируется определенная случайная или заданная последовательность чисел. Для выбора регистра необходимо ввести соответствующее двухбуквенное обозначение в поле «Адрес ввода/вывода».

**SIM регистр RA** ступенчато изменяет значение от 0 до 100% диапазона ИНВ со скоростью, управляемой регистром RY. Значения регистра RA могут только читаться.

**SIM регистр RB** увеличивает значение от 0 до 65 535 со скоростью 20 тактов в секунду. Значения регистра RB могут только читаться. Для включения генерации значений регистра RB необходимо использовать регистр RX.

**SIM регистр RC** сдвигает 16-битовое слово на один бит со скоростью, управляемой регистром RZ. Значения регистра RC могут только читаться. Для включения генерации значений регистра RC необходимо использовать регистр RX.

**SIM регистр RD** генерирует синусоидальную волну от 0 до 100% диапазона ИНВ со скоростью, управляемой регистром RY. Значения регистра RD могут только читаться. Для включения генерации значений регистра RD необходимо использовать регистр RX.

**SIM регистр RE** генерирует синусоидальную волну от 0 до 100% диапазона ИНВ со скоростью, управляемой регистром RY. Эта синусоидальная волна отстает на  $90^\circ$  по отношению к регистру RD. Значения регистра RE могут только читаться. Для включения генерации значений регистра RE необходимо использовать регистр RX.

**SIM регистр RF** генерирует синусоидальную волну от 0 до 100% диапазона ИНВ со скоростью, управляемой регистром RY. Эта синусоидальная волна отстает на  $180^\circ$  по отношению к регистру RD. Значения регистра RF могут только читаться. Для включения генерации значений регистра RF необходимо использовать регистр RX.

**SIM регистр RG** генерирует случайные величины от 25 до 75% диапазона ИНВ. Значения регистра RG могут только читаться. Для включения генерации значений регистра RG необходимо использовать регистр RX.

**SIM регистр RH** производит ступенчатое изменение значения от 0 до 100% диапазона ИНВ и снова до 0% со скоростью, управляемой регистром RJ. Значения регистра RH могут только читаться. Для включения генерации значений регистра RH необходимо использовать регистр RK.

**SIM регистр RI** управляет направлением, в котором осуществляется ступенчатое изменение значений регистра RH. Эта величина автоматически меняется, когда RH достигает 0 или 100% своих величин ИНВ. В процессе работы вы можете ввести 1 для ступенчатого увеличения значения регистра или ввести 0 – для уменьшения.

**SIM регистр RJ** управляет скоростью (цикл в секунду), с которой совершается ступенчатое изменение значений регистра RH. Значение по умолчанию равно 60 (1 цикл в минуту). В процессе работы можно ввести величину от 2 до 3600.

**SIM регистр RK** включает и отключает генерацию значений регистра RH. В процессе работы можно ввести 1 для включения ступенчатого изменения и 0 – для отключения изменений. Для включения генерации значений регистра RK необходимо использовать регистр RX.

**SIM регистр RX** включает и отключает генерацию значений в других регистрах. В процессе работы можно ввести 1 для включения всех регистров и 0 – для отключения всех регистров.

**SIM регистр RY** управляет скоростью (цикл в час), с которой генерируются новые значения в регистрах RA, RD, RE и RF. В процессе работы можно ввести число от 2 до 3600. По умолчанию этот регистр установлен на 60 (1 цикл в минуту).

**SIM регистр RZ** управляет скоростью (бит в минуту), с которой регистр RC изменяет свое значение. В процессе работы можно ввести число от 2 до 1200. По умолчанию этот регистр установлен на 180 (сдвиг на 3 разряда в секунду).

На рис. 4.5 изображен пример сформированной базы данных iFIX, в которой присутствуют блоки данных и регистры данных.

Администратор базы данных iFIX - [SAMPLE : 276 строк]

База данных | Правка | Вид | Блоки | Драйверы | Инструменты | Справка

	Имя тега	Тип	Описание	Период	Устр.	Адр. I/O	Тек. зн
1	IFIX1_BATCH_BUL	AI	Bulk Material Mass	20	SIM	RH	1 340
2	IFIX1_BATCH_CIP	AI	Clean In Place Tank Level	1	SIM	RA	81,58
3	IFIX1_BATCH_RAN	AI	Used for Batch PG_Autobatch	1	SIM	RA	81,58
4	IFIX1_BATCH_RAN	AI	Used for Batch PG_Autobatch	1	SIM	RH	37,00
5	IFIX1_BATCH_REA	AI	Main Reactor Level	7	SIM	RH	37,00
6	IFIX1_BATCH_REA	AI	Main Reactor Temperature	1	SIM	210	117,2
7	IFIX1_BATCH_REC	AI	Reclamation Tank Level	2	SIM	RH	403,33
8	IFIX1_BATCH_TAN	AI	Chemical Tank #1 Level	1	SIM	200	80
9	IFIX1_BATCH_TAN	AI	Chemical Tank #1 Temperature	1	SIM	201	65,0
10	IFIX1_BATCH_TAN	AI	Chemical Tank #2 Level	1	SIM	202	82
11	IFIX1_BATCH_TAN	AI	Chemical Tank #2 Temperature	1	SIM	203	65
12	IFIX1_BATCH_TAN	AI	Chemical Tank #3 Level	1	SIM	204	40,3
13	IFIX1_BATCH_TAN	AI	Chemical Tank #3 Level	1	SIM	205	65
14	IFIX1_DISC_ANEA	AI	ANEAL MACHINE ANIMATION POSITION	0,05	SIM	941	0
15	IFIX1_DISC_LS11	AI	PRE POST HEAT MACHINE ANIMATION PO	0,05	SIM	RH	0
16	IFIX1_DISC_REJE	AI	REJECTED TUBES	1	SIM	1002	11,99
17	IFIX1_DISC_SPEE	AI	CONVEYOR TUBE ANIMATION SPEED	0,05	SIM	RJ	60
18	IFIX1_DISC_TUBE	AI	SHIFT PRODUCTION TUBE COUNT	1	SIM	1200	1 234,00
19	IFIX1_DISC_TUBE	AI	CONVEYOR TUBE ANIMATION PROCESS	0,05	SIM	991	0
20	IFIX1_H2O_BW1_A	AI	AIR WASH BACKWASH 1 BLOWER.CFM	5	SIM	RG	477
21	IFIX1_H2O_BW1_B	AI	BACKWASH FILTER 1 CONTROL VALVE	2	SIM	971	0,00
22	IFIX1_H2O_BW1_E	AI	BACKWASH FILTER 1 EFFLUENT FLOW MD	4	SIM	RG	1,34

Для получения Справки, нажмите F1

ВЫК ПРАВ default default default

Рис. 4.5. Пример сформированной базы данных

**Основные и дополнительные анимации.** После того как сформирована база данных iFIX, созданным экранным формам задаются определенные действия. Достаточно щелкнуть правой кнопкой мыши по объекту и выбрать «Анимации», как откроется окно «Основные анимации» (рис. 4.6).

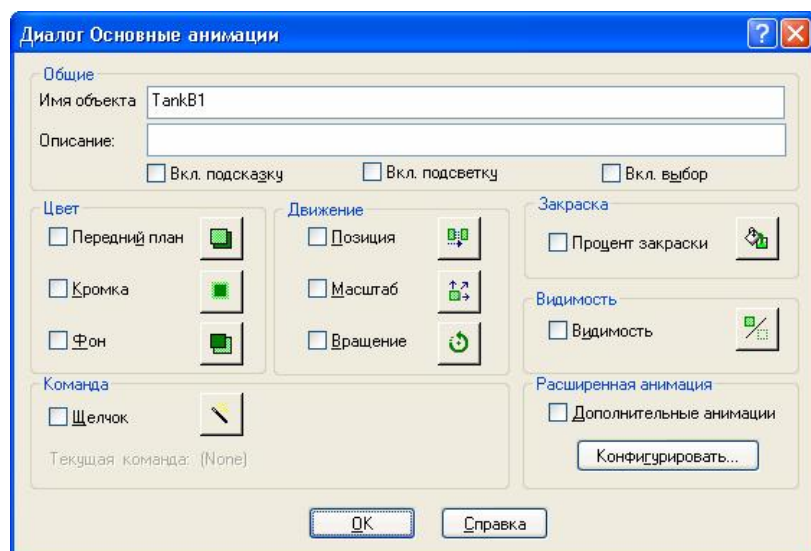


Рис. 4.6. Окно «Основные анимации»

В данном окне можно задавать различные анимации выбранному объекту; цвет, движение, закраску, видимость.

При необходимости существует возможность работы с дополнительными свойствами объекта. Для открытия дополнительных свойств щелкните по кнопке «Конфигурировать». В результате появляется окно, представленное на рис. 4.7.

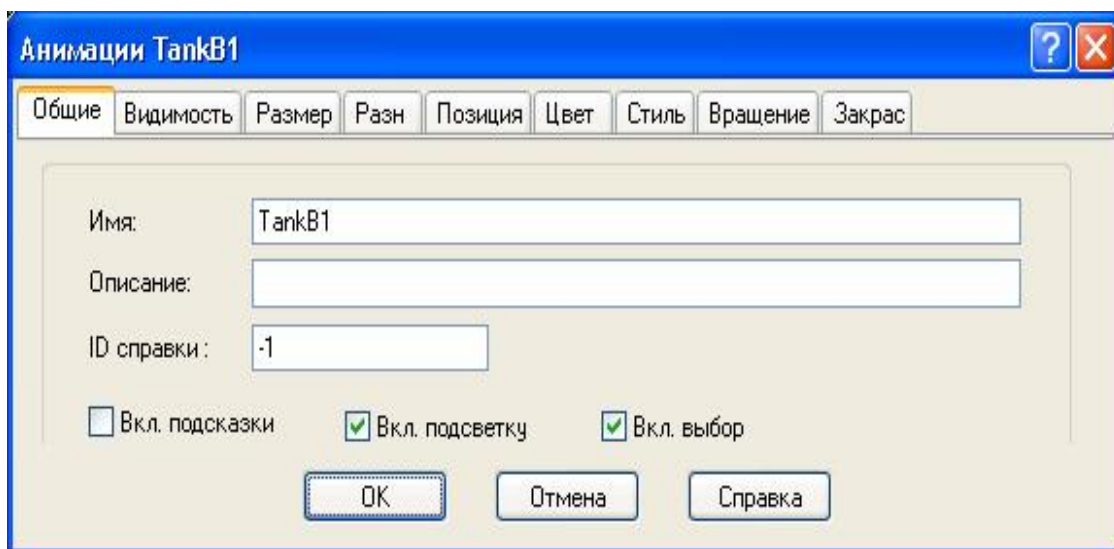



Рис. 4.7. Окно «Дополнительные анимации»

Также в окне «Основные анимации» можно задать различные команды для выбранного объекта, выполняемые при щелчке мышью по объекту. Для выбора и задания команд нажмите иконку .

**Поля блоков.** При добавлении блока всегда появляется диалоговое окно конфигурации. Средства управления этого диалогового окна соответствуют элементам блока, которые называются полями. Поля блока хранят информацию, которая вводится в диалоговом окне. Эта информация включает такие данные, как имя блока, описание, период сканирования, адрес ввода/вывода и состояние сканирования.

Поля блока принимают информацию от оборудования процесса или от других блоков. Например, текущее значение первичного блока приходит из устройства ввода/вывода. Вместе с тем вторичный блок принимает свое текущее значение из предыдущего блока.

Все поля используют общее соглашение о наименовании:

*Формат\_имя.*

Формат показывает тип данных, которые хранятся в полях специальной форматной таблицы.

### Форматы полей

Формат	Описание	Функции
A_	Формат ASCII	Используется в связях «данные – объекты» на рисунках
F_	Формат с плавающей точкой	Применяется в связях «данные – объекты» на рисунках и межблоковых ссылках
T_	Графический формат	Используется в графиках

Имя показывает специфическую информацию в поле (например, CV – текущее значение блока). Сочетание формата поля и имени поля обеспечит вас нужной информацией.

Самые распространенные поля:

F\_CV – текущее значение блока, показываемое в виде числа;

A\_CV – текущее значение блока, показываемое в виде текста.

**Построитель выражений.** Построитель выражений (рис. 4.8) служит для связи созданных экранных форм с блоками данных (тегами). С его помощью также можно организовать необходимые зависимости между блоками. Для выполнения вышеперечисленных операций следует открыть вкладку «Математические функции» и задать нужную зависимость.

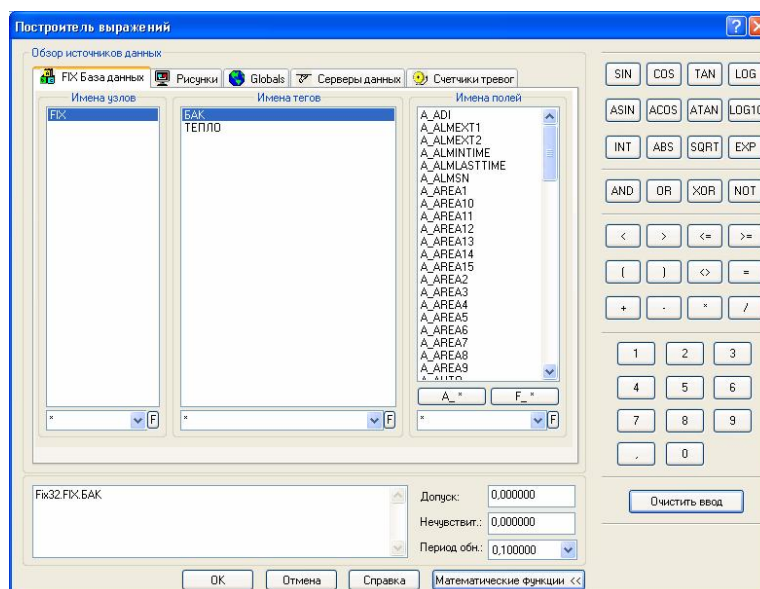



Рис. 4.8 Построитель выражений

Для построения логических цепочек необходимо указать имена узлов, тегов и имена полей. Чтобы открыть «Построитель выражений», следует щелкнуть правой кнопкой мышки по объекту, выбрать соответствующую анимацию или команду и нужный источник данных (рис. 4.9). Источник данных можно ввести как вручную, так и с помощью «Построителя выражений» .

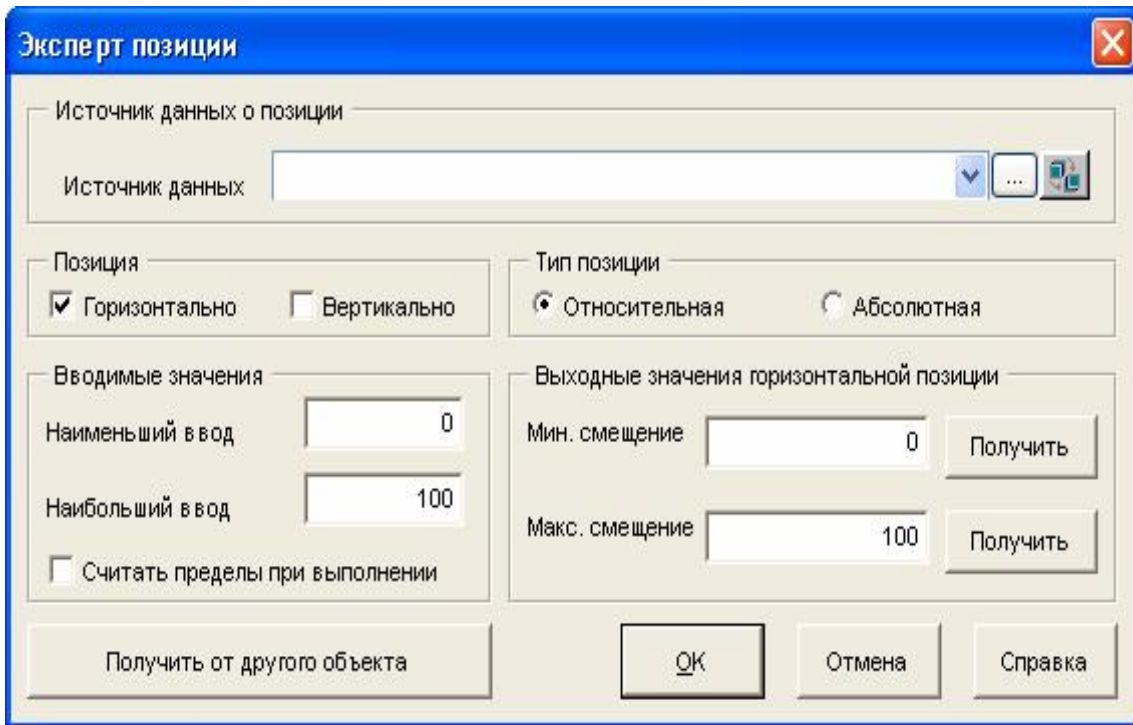


Рис. 4.9. Открытие «Построителя выражений»

### Задания


1. Подготовить в WorkSpace пять различных графических изображений для дальнейшего создания анимационных форм. Задание выполнять в следующей последовательности.

Сформировать базу данных iFIX, используя различные регистры имитационного драйвера SIM. В качестве блоков базы данных применять блоки: «Аналоговый ввод», «Аналоговый регистр», «Аналоговая тревога», «Дискретный ввод», «Дискретный регистр».

Задать различную анимацию для созданных графических форм.

Для каждой анимационной формы создать окно, отражающее текущее значение регистра (штемпель данных). Штемпель данных входит в состав «Набора Инструментов».

Создать дополнительную рабочую область (новый рисунок) для построения диаграмм анимационных форм. Чтобы создать диаграмму, необходимо выбрать соответствующее действие в «Наборе Инструментов». Щелкнув два раза по созданной диаграмме, следует открыть окно «Свойств» и ввести привязку к источнику данных с помощью «Построителя выражений».

Для того, чтобы связать рабочую область диаграмм и анимационных форм, необходимо использовать «Мастер задач» . На вкладке «Категории задач» следует выбрать пункт «Команды», а в списке «Задачи» – нужную для этого команду.

Переключиться в режим выполнения и проверить правильность проведенной работы. Для переключения в режим выполнения необходимо нажать на <Ctrl + W> или кнопку переключения на панели инструментов.

В итоге проделанной работы должны быть созданы два рисунка. В первом будут находиться анимационные формы, во втором – диаграммы соответствующих анимаций.

В режиме выполнения все изображения должны изменять свои свойства в соответствии со значениями выбранных регистров. Диаграммы должны отражать графические изменения анимаций. В режиме выполнения должна существовать возможность переключения между областью диаграмм и областью анимационных форм. Функционирование созданной системы анимаций в режиме выполнения в соответствии с вышеописанными конечными результатами свидетельствует об успешном выполнении работы.

2. Создать анимационную форму для указанного преподавателем типового процесса автоматизации (см. приложение).



## 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНЕМОСХЕМЫ SCADA-СИСТЕМЫ

*Цель работы:* изучить этапы создания мнемосхемы SCADA-системы для агрегата непрерывной полимеризации.

Создание мнемосхемы SCADA-системы проведем на примере агрегата непрерывной полимеризации.

**Описание технологического процесса.** Схема агрегата непрерывной полимеризации (АНП) представлена на рис. 5.1.

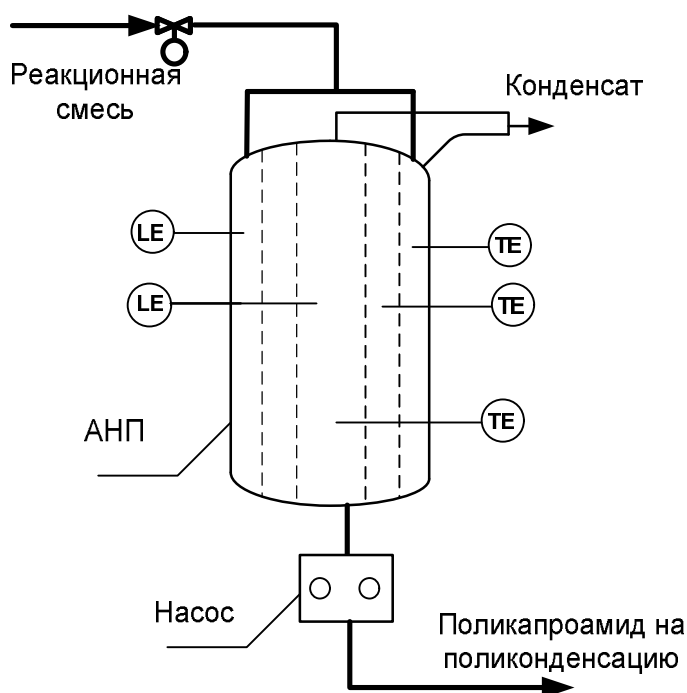


Рис. 5.1. Схема агрегата непрерывной полимеризации

Реакционная смесь регулирующим клапаном дозируется в первую секцию АНП и вскипает, попадая туда. Выделяющиеся при этом пары воды, капролактама и частично бензойной кислоты конденсируются в конденсаторе паров и возвращаются в аппарат. Конденсация паров осуществляется за счет подачи в межтрубное пространство конденсатора горячей воды с температурой 75°C.

При достижении верхнего предельного уровня первой секции предусмотрен автоматический останов погружного насоса в горизонтальном баке.



При последовательном перемещении по секциям аппарата происходит полиамидирование капролактама. Переливаясь через край внутренней (центральной) трубы, расплав поликапроамида стекает по стенке тонким слоем в его конусную часть.

Уровень расплава поликапроамида в центральной трубе контролируется уровнем.

Расплав поликапроамида из нижней конусной части центральной трубы шестеренным выгрузным устройством подается в струйный аппарат первой степени поликонденсации.

**Выбор основных элементов мнемосхемы.** АНП представляет собой объект цилиндрической формы. Создавая его на мнемосхеме, необходимо по возможности учесть его реальную форму, с одной стороны, и удобство работы оператора – с другой. Возможные варианты изображения АНП представлены на рис. 5.2, примеры указателей и труб – на рис. 5.3, примеры шкал и мерных линеек – на рис. 5.4 и 5.5, примеры элементов сигнализации – на рис. 5.6.

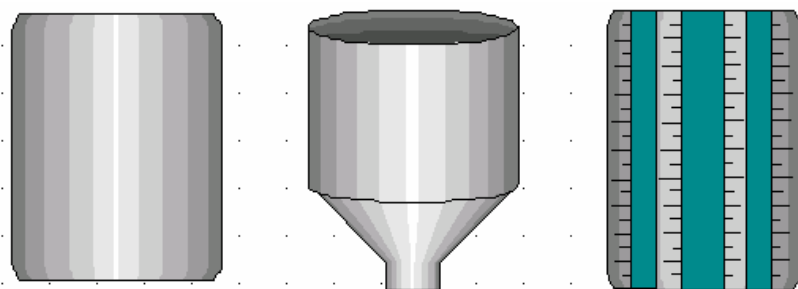


Рис. 5.2. Варианты внешнего вида АНП

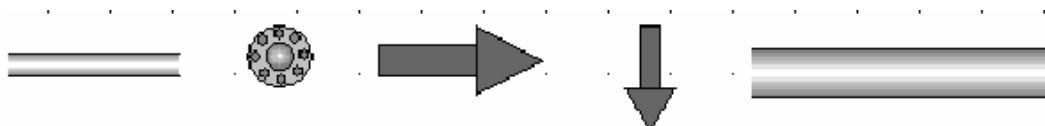


Рис. 5.3. Варианты указателей и труб

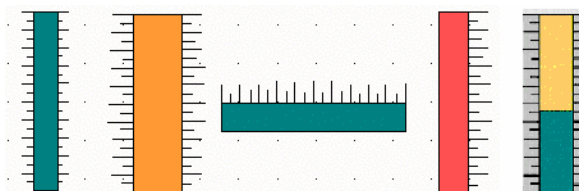


Рис. 5.4. Варианты шкал и мерных линеек

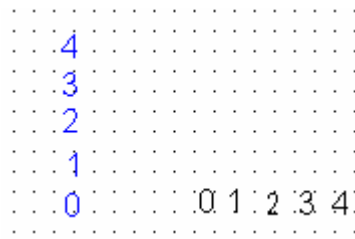


Рис. 5.5. Пример цифровой линейки

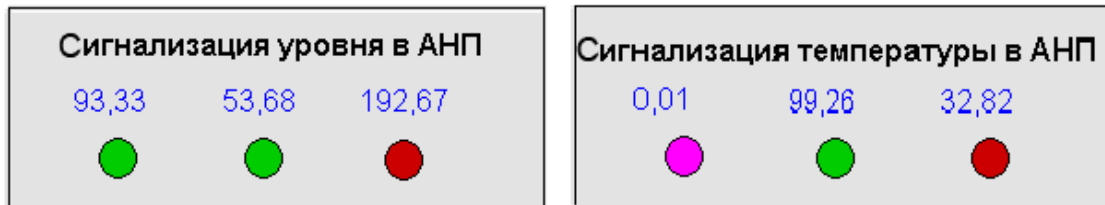


Рис. 5.6. Варианты элементов сигнализации

Важным средством динамической визуализации трендов процесса является диаграмма (рис. 5.7).

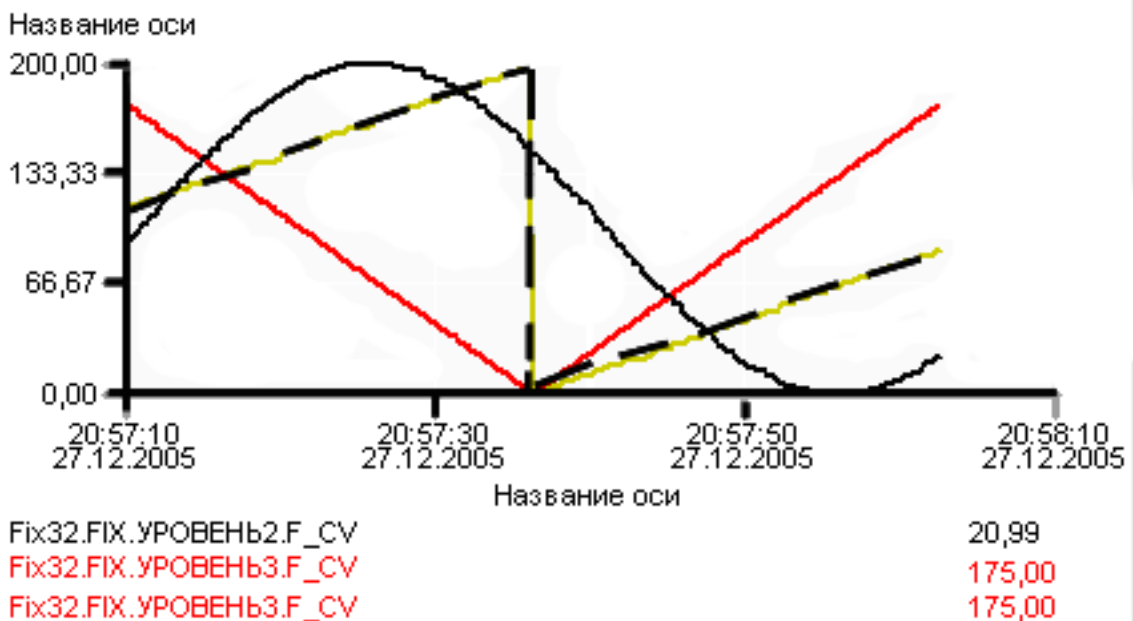


Рис. 5.7. Возможный вариант вида диаграммы трендов

Для изменения свойств диаграммы следует открыть окно «Конфигурации диаграммы», щелкнув два раза по созданной диаграмме (рис. 5.8). В списке перьев задаются параметры процесса, которые необходимо визуальнo отобразить. Для каждого из вводимых параметров можно задать цвет, стиль, толщину линии и т. д.

На вкладке «Ось X», «Ось Y» определяют название осей, их цвет, число меток и делений. На вкладке «Сетка» включают/отключают отображение вертикальной/горизонтальной сетки, определяют число линий сетки, ее цвет и стиль.

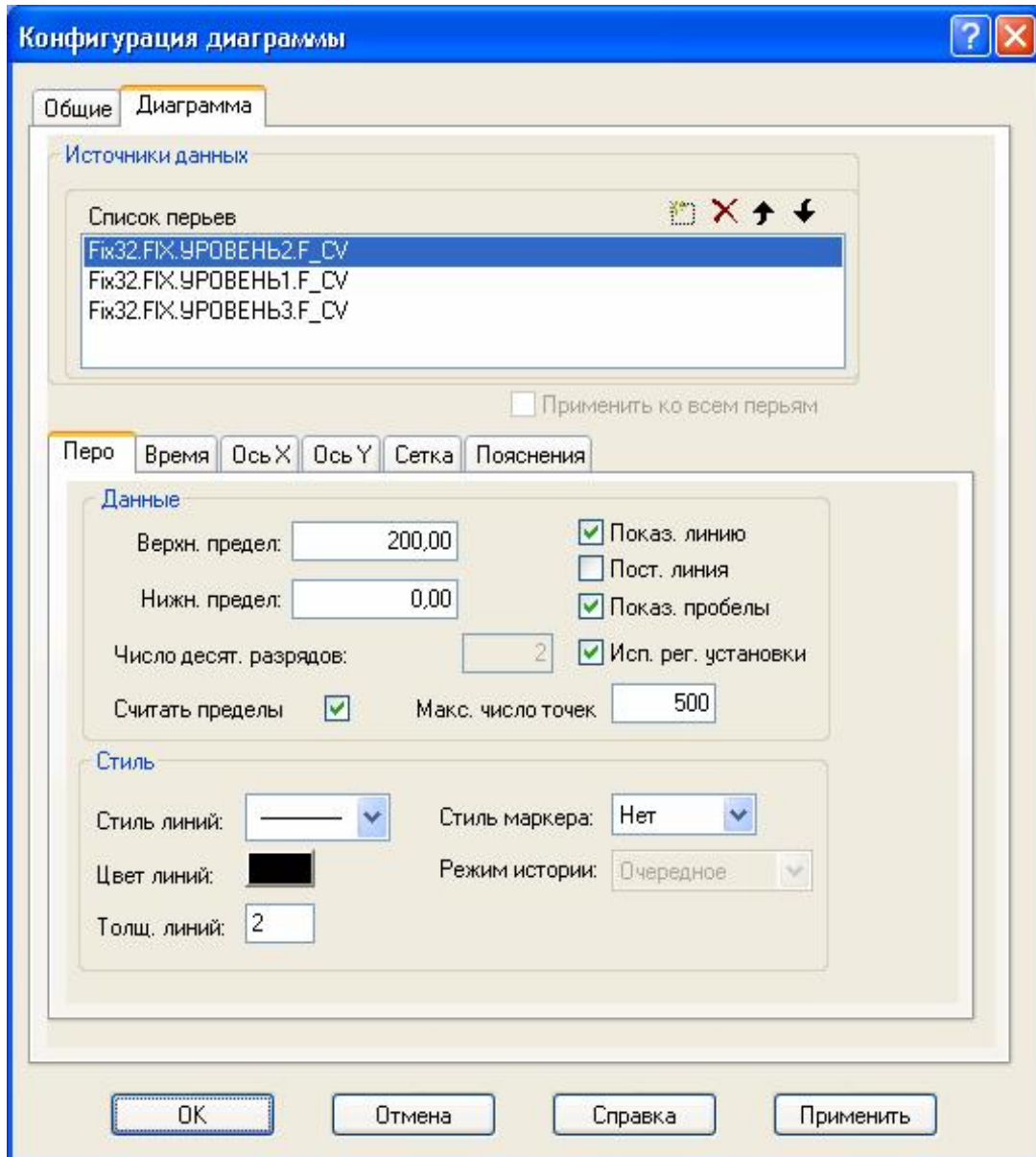


Рис. 5.8. Окно «Конфигурация диаграммы»

### Задания

1. Создать общую мнемосхему SCADA-системы под агрегат непрерывной полимеризации. На первой стадии проектирования необходимо запустить iFIX и создать новый рисунок, сохранив его под оп-

ределенным названием. Для создания рисунка нажать **Файл/Создать/Рисунок/Создать по умолчанию (File/New/Pic/Create)**.

Определить приблизительное расположение основных элементов на мнемосхеме, их цвет, размер, фон рабочей области.

С помощью «Набора Инструментов» создать основной элемент мнемосхемы (АНП). Подобрать размер, фон и стиль агрегата, периодически переходя в режим «На весь экран». Это позволит наиболее оптимально подобрать свойства создаваемого объекта, определить его окончательное расположение на мнемосхеме.

Создать трубные проводки и указатели материальных потоков. Для их создания можно воспользоваться как «Альбомом Динамо», так и «Набором Инструментов». Далее расположить эти элементы в соответствии с технологической схемой процесса.

Создать шкалы, мерные линейки для визуального наблюдения за изменяющимся потоком.

Создать цифровую линейку. Для этого определить шаг цифровой линейки, расположить последовательно все цифры в ряд и сгруппировать их в одно целое.

Создать элементы сигнализации для каждой зоны АНП: индикаторные лампочки, штампы данных (цифровое отображение измеряемого параметра).

Создать две диаграммы переходных процессов изменения уровня и температуры в отдельных зонах АНП. Для этого щелкнуть «Диаграмма» на панели «Набор Инструментов».

Сформировать базу данных процесса. Для этого открыть «Администратор базы данных» и добавить шесть блоков «Аналогового ввода»: три тега для ввода значений температуры и три тега для ввода значений уровня из каждой зоны реактора.

Для имитации данных температуры использовать регистры RE, RD, RC драйвера SIM.

Для имитации данных уровня использовать регистры RA, RF, RH. В каждом из шести блоков задать различный период сканирования.

Для каждой зоны реактора задать уровни сигнализации контролируемых параметров (уровень и температуру). Для этого два раза щелкнув по созданной сигнальной лампочке, перейти на вкладку «Передний план». В окне «Эксперт цвета переднего плана» ввести источник данных. В области «Порог цвета переднего плана» задать макси-

мум, минимум и цвет сигнализации для каждого из поддиапазонов значений (рис. 5.9).

Для каждого штемпеля данных ввести источник данных.

Создать привязку к источнику данных для каждой мерной линейки. Для этого щелкнув два раза по элементу, на вкладке «Процент закраски» ввести источники данных (путь обращения к тегам уровня).

Минимум	Максимум	Цвет	Мигать
0,00	20,00	Мagenta	None
20,00	180,00	Green	None
180,00	200,00	Red	None

Рис. 5.9. Установка порогов значений

Для каждой из созданных диаграмм уровня и температуры определить источники данных (создать список перьев).

Переключиться в режим «Выполнение» и проверить работу мнемосхемы.

Как вариант мнемосхема для разработанной SCADA-системы под АНП может иметь вид (рис. 5.10).

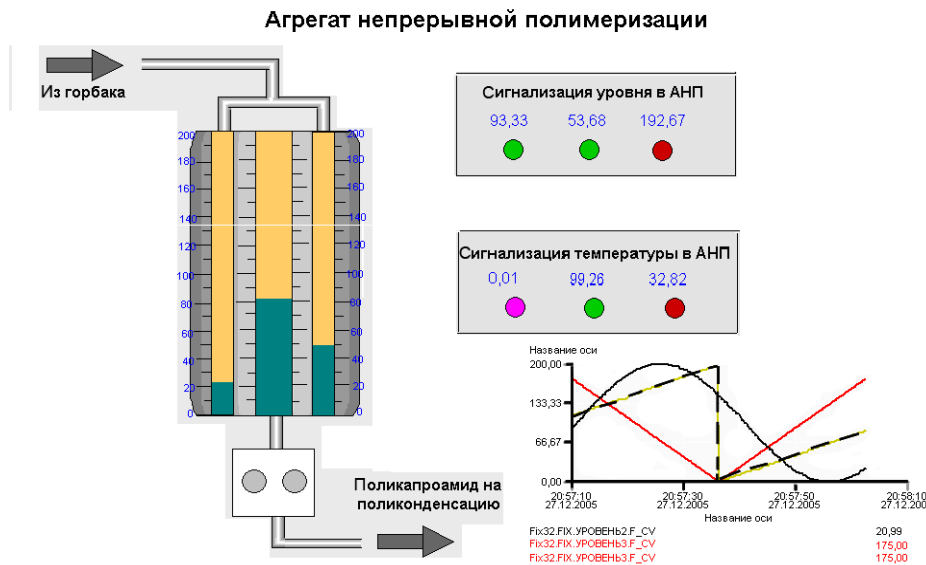


Рис. 5.10. Вариант мнемосхемы

2. Создать мнемосхему SCADA-системы для указанного преподавателем типового процесса автоматизации (см. приложение).

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

В качестве типовых технологических процессов для проектирования схем автоматизации (функциональных, принципиальных электрических, трубных и т. п.) и освоения принципов построения SCADA-систем выбраны:

- 1) процесс перемещения сыпучих материалов по ленточному транспортеру;
- 2) процесс сушки в барабанной прямоточной сушилке;
- 3) процесс абсорбции в абсорбционной колонне;
- 4) процесс десорбции в десорбере с кипящим слоем;
- 5) процесс нагревания в кожухотрубчатом теплообменнике;
- 6) процесс кристаллизации в кристаллизаторе с выносным холодильником;
- 7) процесс измельчения в барабанной мельнице;
- 8) процесс ректификации в ректификационной колонне.

#### 1. Процесс перемещения сыпучих материалов по ленточному транспортеру

Технологическая схема процесса перемещения сыпучих материалов приведена на рис. 1.

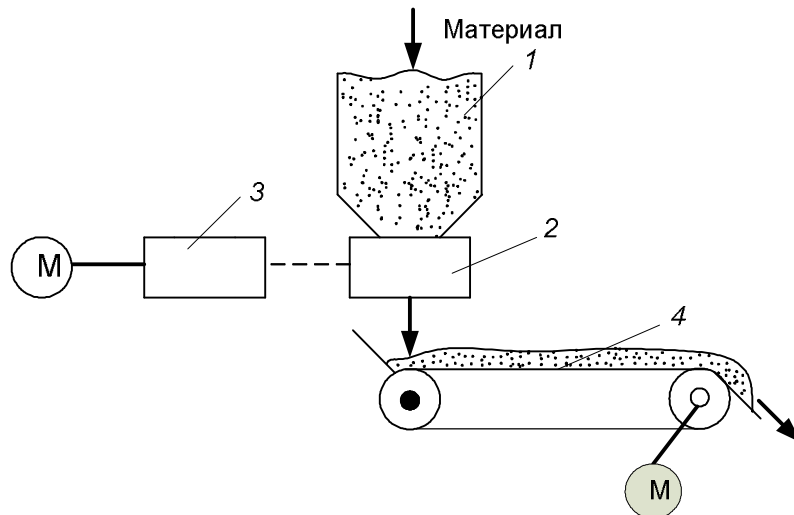


Рис. 1. Функциональная схема процесса перемещения сыпучих материалов:  
1 – бункер; 2 – дозатор; 3 – вариатор; 4 – ленточный транспортер

Объектом управления является ленточный транспортер, перемещающий сыпучий материал, а целью управления – поддержание заданного значения расхода материала. При этом регулировать данный расход необходимо корректировкой работы вариатора и дозирующего устройства.

Контролю подлежат расход перемещаемого материала и количество потребляемой приводом электроэнергии. При резком возрастании тока электродвигателя в случае заклинивания ленты должны сработать устройства сигнализации и защиты, которые отключают электродвигатель.

В связи с возможностью засорения отдельных участков транспортной ленты посторонними включениями (комками, налипшим материалом) и опасностью выхода из строя отдельных элементов транспортера контролируется и сигнализируется наличие материала.

## 2. Процесс сушки в барабанной прямоточной сушилке

Технологическая схема процесса сушки в барабанной прямоточной сушилке приведена на рис. 2.

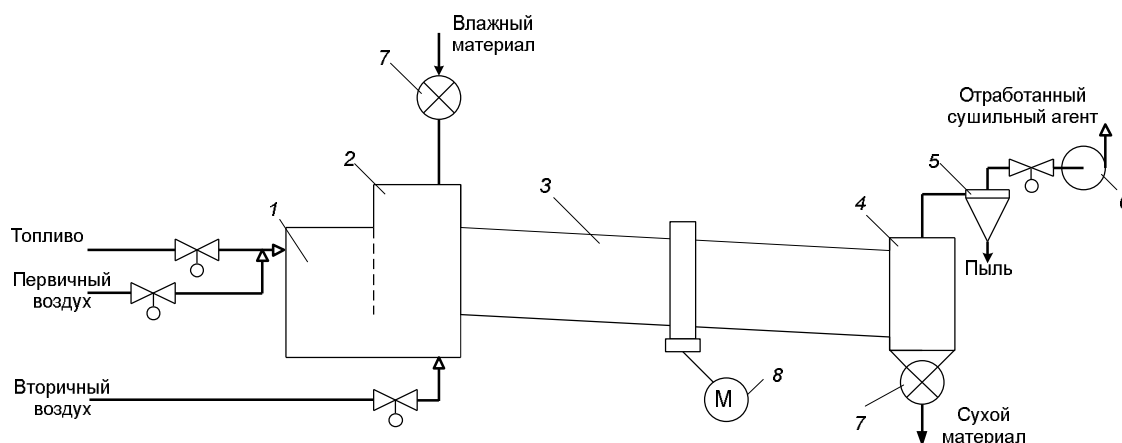


Рис. 2. Схема процесса сушки: 1 – топка; 2 – смесительная камера; 3 – барабан; 4 – бункер; 5 – циклон; 6 – вентилятор; 7 – автоматический дозатор; 8 – электродвигатель барабана

В качестве объекта управления служит барабанная прямоточная сушилка, в которой сушильным агентом выступают дымовые газы. Целью управления является поддержание на определенном уровне влажности материала, выходящего из сушилки. Поэтому влажность

материала является основным регулируемым параметром, а регулирующим воздействием – расход топлива.

Соответствие между расходами топлива и воздуха обеспечивается регулятором соотношения.

Температура сушильного агента на входе в сушильный барабан должна быть стабилизирована путем изменения расхода вторичного воздуха. Необходимо регулировать также расход влажного материала и разрежение в сушилке изменением расхода отработанного сушильного агента.

При управлении процессом сушки следует контролировать расход топлива, первичного и вторичного воздуха, влажного и сухого материала, температуру сушильного агента на входе в сушилку и на выходе из нее, температуру в сушилке, разрежение в сушильной камере.

При значительном отклонении показателя эффективности от заданного значения, опасном повышении температуры сушильного агента на входе в сушилку и остановке электродвигателя барабана должен быть подан сигнал обслуживающему персоналу. Кроме того, при остановке электродвигателя должна быть прекращена подача материала в сушку.

### 3. Процесс абсорбции в абсорбционной колонне

Технологическая схема процесса абсорбции в абсорбционной колонне представлена на рис. 3.

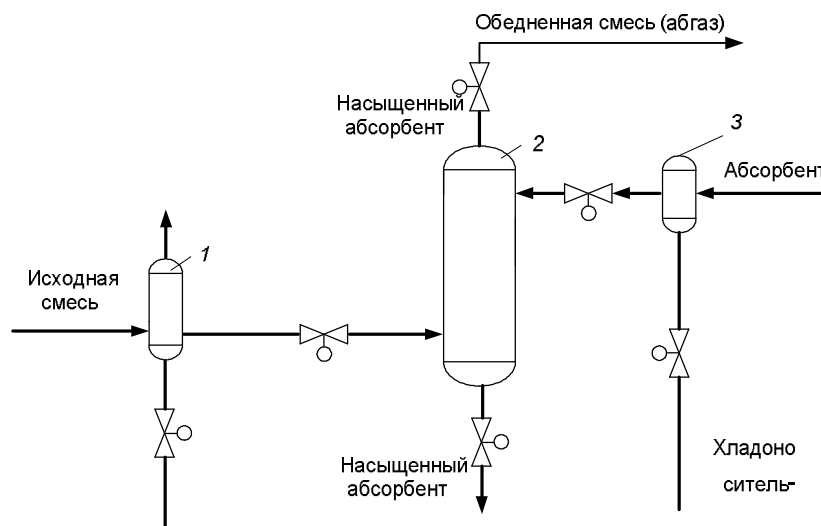


Рис. 3. Схема процесса абсорбции: 1, 3 – холодильники; 2 – абсорбционная колонна



Показателем эффективности процесса абсорбции является концентрация извлекаемого компонента в обедненной смеси, а целью управления – достижение определенного значения этой концентрации. Концентрация зависит от расхода газовой смеси, начальной концентрации в ней извлекаемого компонента и той же концентрации в жидкости, отношения расходов абсорбента и газовой смеси, температуры и давления в аппарате.

Поэтому в качестве регулируемой величины следует взять концентрацию извлекаемого компонента, а регулирующее воздействие реализовать изменением расхода абсорбента. Для улучшения качества регулирования показателя эффективности необходимо предусмотреть систему регулирования расхода газовой смеси, температуры абсорбента и газовой смеси, а также давления в колонне.

В нижней части абсорбера должно находиться некоторое количество жидкости, которое поддерживается регулированием уровня путем изменения расхода насыщенного абсорбента.

В качестве параметров контроля следует выбрать расход и температуру исходного и насыщенного абсорбентов, исходной и обедненной газовой смеси, хладоносителя, концентрацию извлекаемого компонента, уровень в нижней части колонны, температуру по высоте колонны, давление и перепад давления в ней.

#### **4. Процесс десорбции в десорбере с кипящим слоем**

Технологическая схема процесса десорбции в десорбере с кипящим слоем показана на рис. 4.

Выделение из адсорбента поглощенного вещества проводится в кипящем слое противоточных тарельчатых адсорбционных аппаратов. Адсорбент после адсорбера направляется в верхнюю тарелку, а в нижнюю часть после калорифера подается нагретый воздух.

Система регулирования десорбера включает автоматическую систему регулирования перепада давления в колонне и расхода воздуха. Кроме того, для улучшения выделения поглощенного вещества стабилизируется температура воздуха после калорифера путем изменения расхода теплоносителя.

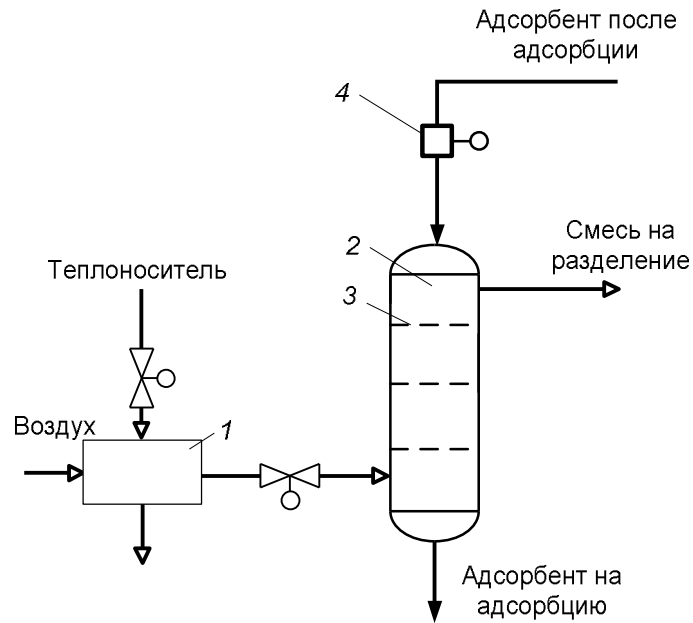


Рис. 4. Схема процесса десорбции в десорбере с кипящим слоем: 1 – калорифер; 2 – десорбционная колонна; 3 – тарелки; 4 – дозатор

## 5. Процесс нагревания в кожухотрубчатом теплообменнике

Технологическая схема процесса нагревания в кожухотрубчатом теплообменнике приведена на рис. 5.

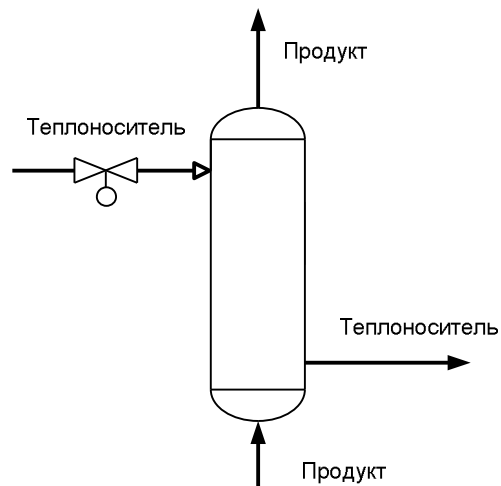


Рис. 5. Схема потоков процесса при нагревании

В данный аппарат подаются нагреваемый продукт и теплоноситель. Показателем эффективности процесса является температура

продукта на выходе из теплообменника, а целью управления – поддержание этой температуры на определенном уровне путем изменения расхода теплоносителя.

В качестве регулируемого параметра следует принять температуру продукта на выходе из теплообменника, а в качестве контролируемых величин – расходы продукта и теплоносителя, их конечные и начальные температуры, расход пара. Сигнализации подлежат температура продукта на выходе из теплообменника и расход продукта.

В качестве контролируемых величин следует принимать расходы теплоносителей, их конечные и начальные температуры, давление. Знание текущих значений этих параметров необходимо для нормального пуска, наладки и эксплуатации процесса.

Сигнализации подлежит температура и расход продукта, поскольку резкое падение расхода может послужить причиной выхода из строя теплообменника. Устройство защиты в этом случае должно перекрывать линию подачи теплоносителя.

## 6. Процесс кристаллизации в кристаллизаторе с выносным холодильником

Технологическая схема процесса кристаллизации в кристаллизаторе с выносным холодильником представлена на рис. 6.

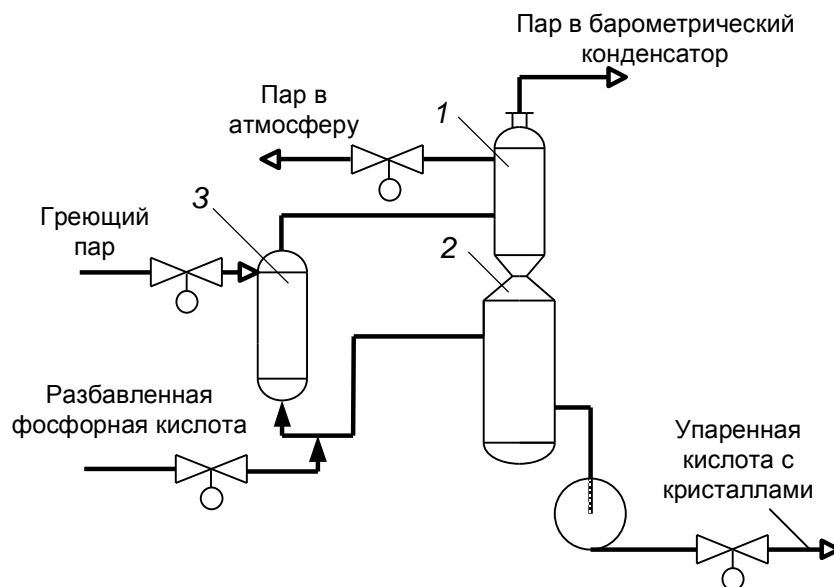


Рис. 6. Схема одноступенчатого кристаллизатора выпарного типа: 1 – верхняя камера; 2 – нижняя камера; 3 – кипятильник

Показателем эффективности процесса является одинаковый размер полученных кристаллов, при этом датчик размера отсутствует. Поэтому необходимо стабилизировать температуру в аппарате (изменением расхода хладоносителя) и расход исходного раствора. Для поддержания материального баланса кристаллизатора следует стабилизировать уровень в аппарате (изменением расхода суспензии). Маточный раствор выводится из аппаратов за счет перелива, поэтому его расход не регулируется. Стабилизация всех этих параметров обеспечивает заданные размеры кристаллов.

Контролировать следует расходы поступающего раствора, маточного раствора, суспензии и хладоносителя, их температуру, уровень и температуру в кристаллизаторе.

### 7. Процесс измельчения в барабанной мельнице

Технологическая схема процесса измельчения в барабанной мельнице приведена на рис. 7.

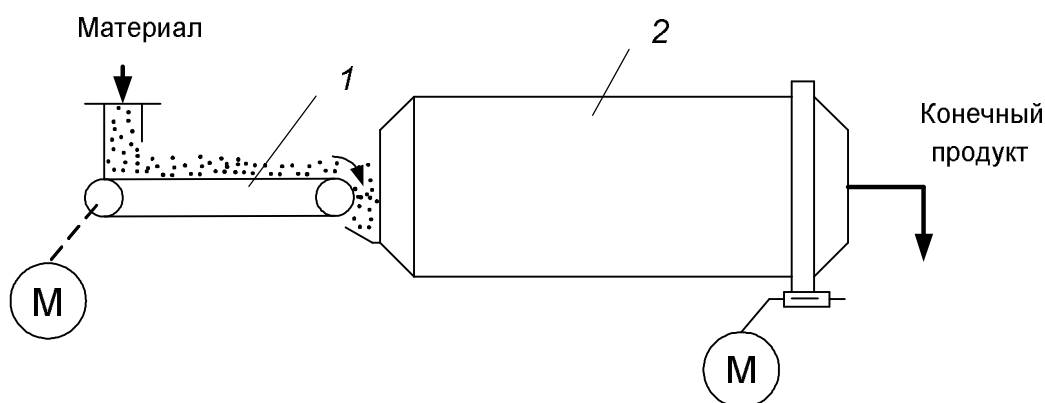


Рис. 7. Процесс измельчения: 1 – ленточный питатель; 2 – барабан

В качестве объекта управления при автоматизации процесса измельчения служит барабанная мельница сухого помола. Показателем эффективности при управлении процессом является размер кусков измельченного материала. Цель управления – поддержание определенного конечного гранулометрического состава материала.

На участок измельчения подается материал, разнородный по гранулометрическому составу, который можно рассматривать как возмущающее воздействие. Стабилизировать его невозможно, поэтому проводится перемешивание различных партий сырья с целью усреднения их характеристик. Измельчение твердых материалов проис-

ходит в барабанных мельницах. Измельченный материал поступает в спиральный гидравлический классификатор, в котором производится сортировка зерен материала. Мелкие частицы удаляются из классификатора в слив, а крупные (пески) – рециклом поступают в мельницу. Необходимо стабилизировать плотность материала после классификатора (косвенное представление о крупности частиц) путем изменения расхода воды, поступающей в классификатор.

Контролю в данном процессе подлежит расход материала, амплитуда шума, создаваемого мельницей, количество потребляемой энергии.

Сигнализируется состояние барабана: включен или выключен. Устанавливаются устройства пуска и остановки двигателей.

## 8. Процесс ректификации в ректификационной колонне

Технологическая схема процесса ректификации в ректификационной колонне показана на рис. 8.

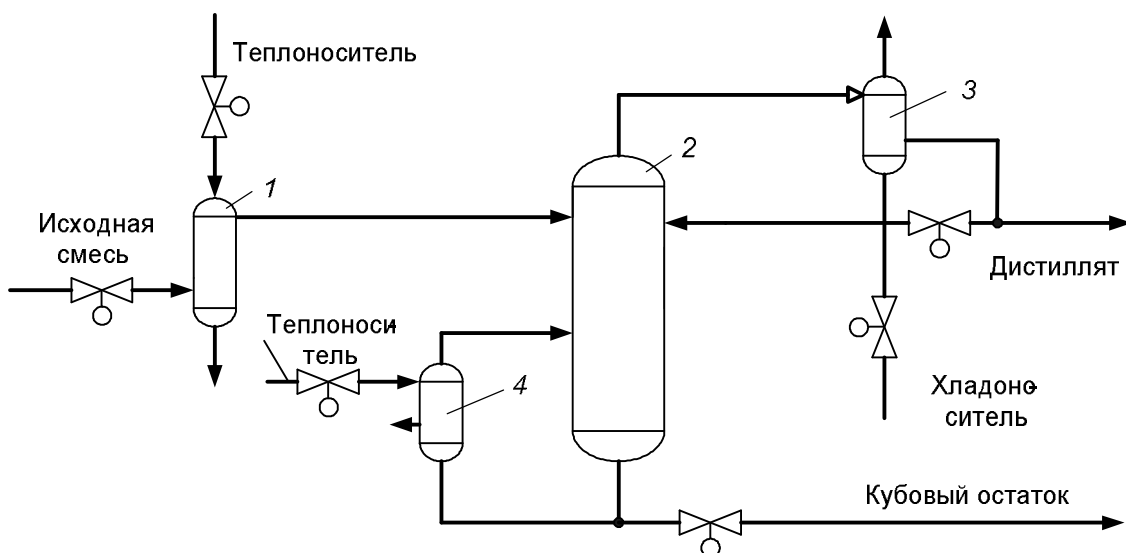


Рис. 8. Схема процесса ректификации: 1 – теплообменник исходной смеси; 2 – ректификационная колонна; 3 – дефлегматор; 4 – кипятильник

Ректификационная установка для разделения смеси состоит из теплообменника исходной смеси, ректификационной колонны, дефлегматора, кипятильника. Показателем эффективности процесса ректификации является состав целевого продукта; дистиллята или целевого остатка (в зависимости от технологии). Цель управления данным

процессом – поддержание постоянного состава целевого продукта (например, дистиллятора) при заданной производительности установки. При этом необходимо регулировать следующие параметры: расход исходной смеси; температуру исходной смеси путем изменения расхода теплоносителя в теплообменнике; давление в верхней части колонны путем изменения расхода хладоносителя в дефлегматоре; концентрацию исходного компонента в дистилляторе путем изменения расхода флегмы в колонне; уровень в колонне путем изменения расхода кубового остатка; температуру в колонне путем изменения расхода теплоносителя в теплообменнике.

Сигнализации подлежат отклонения состава целевого продукта, уровня и давления в колонне от заданных значений. При давлении в колонне выше допустимого, а также при прекращении поступления исходной смеси должны сработать автоматические устройства защиты, отключающие ректификационную установку. При этом магистрали теплоносителей, остатка и дистиллята перекрываются, а магистрали хладоносителя и флегмы полностью открываются.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1. Построение схем автоматизации на основе графического редактора MS Visio .....	4
2. Конфигурирование SCADA-системы iFIX .....	11
3. Проектирование экранных форм в SCADA-системе iFIX .....	16
4. Проектирование анимационных форм в SCADA-системе iFIX ..	29
5. Проектирование мнемосхемы SCADA-системы .....	40
Приложение .....	46
1. Процесс перемещения сыпучих материалов по ленточному транспортеру .....	46
2. Процесс сушки в барабанной прямоточной сушилке .....	47
3. Процесс абсорбции в абсорбционной колонне .....	48
4. Процесс десорбции в десорбере с кипящим слоем .....	49
5. Процесс нагревания в кожухотрубчатом теплообменнике ...	50
6. Процесс кристаллизации в кристаллизаторе с выносным холодильником .....	51
7. Процесс измельчения в барабанной мельнице .....	52
8. Процесс ректификации в ректификационной колонне .....	53

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ**

Составители: **Барашко** Олег Георгиевич  
**Овсянников** Андрей Витальевич

Редактор Е. С. Ватеичкина

Подписано в печать 07.07.2006. Формат 60×84<sub>1/16</sub>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 3,3. Уч.-изд. л. 3,4.  
Тираж 75 экз. Заказ .

Учреждение образования  
«Белорусский государственный технологический университет».  
220050. Минск, Свердлова, 13а.  
ЛИ № 02330/0133255 от 30.04.2004.

Отпечатано в лаборатории полиграфии учреждения образования  
«Белорусский государственный технологический университет».  
220050. Минск, Свердлова, 13.  
ЛП № 02330/0056739 от 22.01.2004.