



Негосударственное частное образовательное учреждение высшего
образования
«Технический университет УГМК»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И
ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Специальность	<u>21.05.04 Горное дело</u>
Направленность (профиль)	<u>Подземная разработка рудных месторождений</u>
Уровень высшего образования	<u>Специалитет</u> <i>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</i>

Автор - разработчик: Худяков П.Ю., канд. физ.-мат. наук

Рассмотрено на заседании кафедры механики и автоматизации технологических процессов и производств

Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма
2021

Цель работы

Разработать проект с использованием HMI WinCC в TIA PORTAL. Реализовать функции управления технологическим процессом через экран станции визуализации.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА

Современная АСУТП (автоматизированная система управления технологическим процессом) представляет собой многоуровневую человеко-машинную систему управления, которая строится с использованием автоматических информационных систем сбора данных.

Наиболее перспективной технологией построения автоматизированных систем, основанных на диалоге с оператором, является технология SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) – программно-аппаратный комплекс сбора данных и диспетчерского контроля. Термин SCADA больше используется для обозначения только программной части интерфейса

Главная задача SCADA-систем – это сбор информации о множестве удаленных объектов, поступающей с пунктов контроля, и отображение этой информации в едином диспетчерском центре. Также, SCADA-система должна обеспечивать долгосрочное архивирование полученных данных. Диспетчер зачастую обладает возможностью не только пассивно наблюдать за объектом, но и им управлять им, реагируя на различные ситуации.

Задачи SCADA-систем:

- обмен данными с УСО (устройства связи с объектом, то есть с промышленными контроллерами и платами ввода/вывода) в реальном времени через драйверы;
- обработка информации в реальном времени;
- отображение информации на экране монитора в понятной для человека форме;
- ведение базы данных реального времени с технологической информацией;
- аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями;
- подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса;
- обеспечение связи с внешними приложениями (СУБД, электронные таблицы, текстовые процессоры и т. д.).

Любая SCADA-система включает три компонента:

- удаленный терминал (RTU – Remote Terminal Unit);
- диспетчерский пункт управления (MTU – Master Terminal Unit);
- коммуникационную систему (CS – Communication System).

Удаленный терминал подключается непосредственно к контролируемому объекту и осуществляет управление в режиме реального времени. Таким терминалом может служить как примитивный датчик, осуществляющий съем информации с объекта, так и специализированный многопроцессорный отказоустойчивый вычислительный комплекс, осуществляющий обработку информации и управление в режиме реального времени.

Диспетчерский пункт управления осуществляет обработку данных и управление высокого уровня, как правило, в режиме реального времени. Он обеспечивает человеко-машинный интерфейс.

Коммуникационная система необходима для передачи данных с RTU на MTU и обратно. В качестве коммуникационной системы могут использоваться следующие каналы передачи данных: выделенные линии, радиосети, аналоговые телефонные линии, ISDN сети, сотовые сети GSM (GPRS). Зачастую устройства подключаются к нескольким сетям для обеспечения надежности передачи данных.

В настоящий момент известно множество SCADA, начиная от дешевых и даже бесплатных простых систем до систем, поддерживающих интегрированную сквозную раз-

работку проекта автоматического управления от уровня контроллеров до уровня SCADA. К последним можно отнести SCADA WinCC фирмы «Siemens», входящую в пакет комплексной автоматизации PCS7.

WinCC (*Windows Control Center*) - система HMI, программное обеспечение для создания человеко-машинного интерфейса, составная часть семейства систем автоматизации Simatic, производимых компанией Siemens AG. Работает под управлением операционных систем семейства Microsoft Windows и использует базу данных Microsoft SQL Server (начиная с версии 6.0).

Основные возможности WinCC:

- визуализация техпроцесса (*Graphic Designer*);
- конфигурирование и настройка связи с контроллерами различных производителей (*Tag Management*);
- отображение, архивирование и протоколирование сообщений от технологического процесса (*Alarm Logging*);
- отображение, архивирование и протоколирование переменных (*Tag Logging*)
- расширение возможностей системы за счет использования скриптов на языках ANSI C, VBS и VBA;
- проектирование системы отчетности (*Report Designer*);
- взаимодействие с другими приложениями, в том числе и по сети, благодаря использованию стандартных интерфейсов OLE, ODBC и SQL обеспечивает простую интеграцию WinCC во внутреннюю информационную сеть предприятия;
- простое построение систем клиент-сервер;
- построение резервированных систем;
- расширение возможностей путём использования элементов ActiveX;
- открытый OPC-интерфейс (*OLE for Process Control*).
- взаимодействие с пакетом Simatic Step 7.

2. РАЗРАБОТКА ЧЕЛОВЕКО – МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА В СРЕДЕ TIA PORTAL

Основным средством разработки проектов для комплекса является программная среда TIA Portal V13, в состав которой входят средство для работы с ПЛК (Step7 Pro V13) и HMI (WinCC Pro V13). Для изучения принципов работы систем автоматизации с использованием HMI в комплексе используется программный продукт WinCC RT, который позволяет симулировать виртуальный HMI комплекс для разработки визуальной части

программ автоматизации. Работа с данным продуктом осуществляется посредством программного комплекса WinCC Pro V13.

Для симуляции физических объектов в лабораторном комплексе используются программное обеспечение Factory IO (3D виртуальные объекты) VObjectOPC (2D виртуальные объекты). Работа с виртуальными объектами происходит посредством виртуального ПЛК и HMI комплекса.

Также присутствует возможность использовать OPC-клиенты стороннего производителя (для программы VObjectOPC). Встроенный драйвер в программы Factory IO позволяет работать с реальным (физическим) ПЛК. Аналогично встроенный OPC-клиент программы VObjectOPC позволяет работать со сторонним OPC-сервером.

2.1. Организация компонентов среды TIA Portal

Схема организации компонентов среды разработки TIA Portal, внешний вид которой представлен на рис.1, отображает основные элементы комплекса и их взаимосвязи.

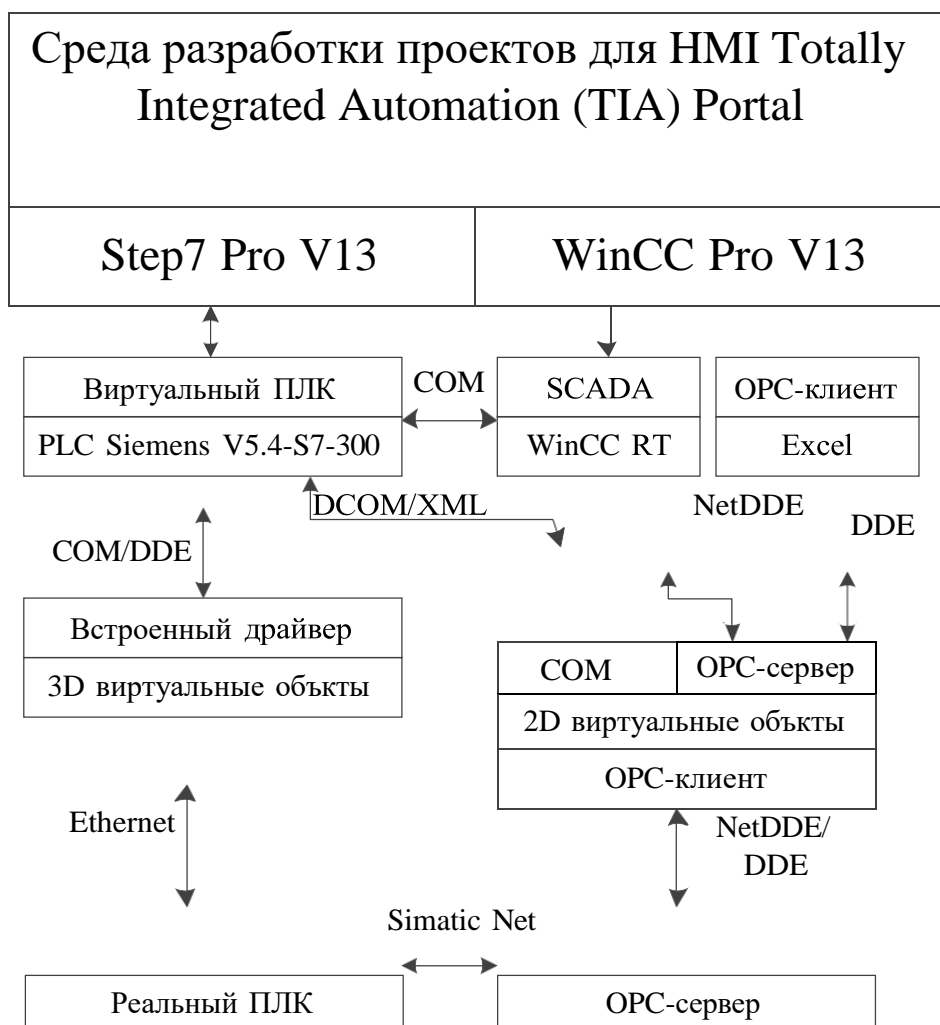


Рис.1. Схема организации компонентов среды разработки TIA Portal

Для взаимодействия компонентов среды TIA Portal используются следующие протоколы связи:

- Simatic Net - специализированные драйвера для организации связи между кон-

троллерами и PC фирмы «Siemens». Бывают двух видов: SoftNet PG и SofNet S7. SoftNet PG можно использовать только для программирования и диагностики состояния станции через Simatic Manager. SofNet S7 предоставляют возможность получения передачи данных в контроллер через входящий в состав OPC сервер.

- DDE (Dinamic Data Exchange) – динамический обмен данными между различными приложениями на основе механизма сообщений операционных систем Windows.

- SuiteLink – разработанная фирмой Wonderware собственная ускоренная FastDDE система организации связи между приложениями, включая работу по сети NetDDE.

- COM - предназначенный для создания программного обеспечения на основе взаимодействующих компонентов объекта, каждый из которых может использоваться во многих программах одновременно.

- DCOM - расширение COM для поддержки связи между объектами на различных компьютерах по сети.

- XML - определяет набор стандартных типов данных и команд, которые используются для доступа к функциональности другой программы, находящейся на другом компьютере в сети.

-Ethernet – передача данных между устройствами для компьютерных и промышленных сетей.

TIA Portal позволяет конфигурировать системы человеко-машинного интерфейса и SCADA системы. Первый экран предлагает пользователю выбор доступных компонентов. Можно сразу перейти к параметрированию оборудования, написанию программ или разработки графических объектов человеко-машинного интерфейса. Для работы с HMI необходимо выбрать вкладку в главном дереве проекта «Add New Devices», как представлено на рис.2.

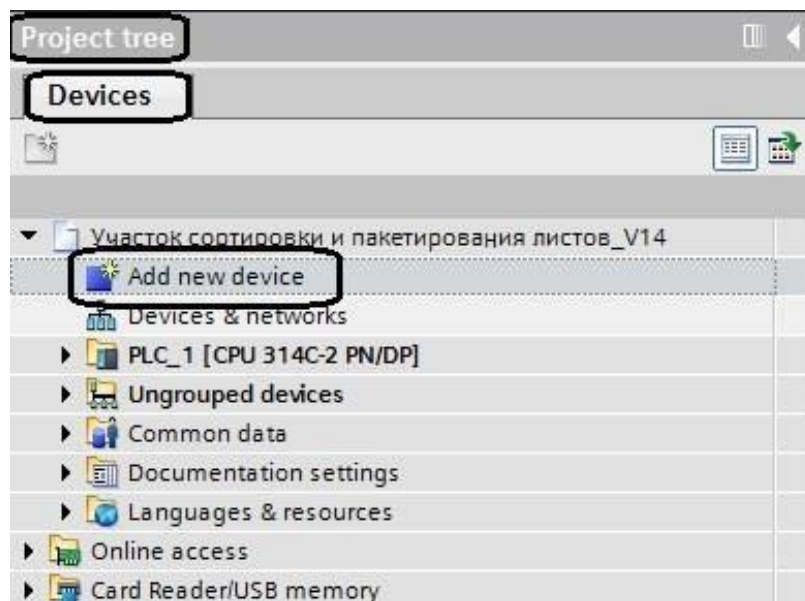


Рис. 2. Главное дерево проекта

После чего появится окно «Add New Devices», с помощью которого в проект можно добавить устройство HMI.

TIA Portal позволяет создать:

- подключение физической панели управления с помощью диалога «HMI»;
- HMI проект для выделенной PC станции, выбрав «PC systems».

Окно добавления устройства HMI в главный проект представлено на рис.3.



Рис.3. Добавления устройства HMI в главный проект

При этом весь проект рассматривается как единое целое, а обработка отдельных функций проекта производится соответствующим инструментом. Можно, наоборот, переключиться в «проектный» вид, где представлена детализация и, уже в зависимости от решаемой задачи, выбирать инструментарий.

Окно проекта представляет собой структурированный вид всех основных компонентов проекта. Все характеристики находятся не во вложенных меню, а расположены в дополнительных окнах на рабочем столе. Выбор набора характеристик осуществляется выбором объекта, к которому они привязаны. На рис.4 показаны компоненты окна проекта конфигурирования PC станции.

2.2.1. Дерево проекта

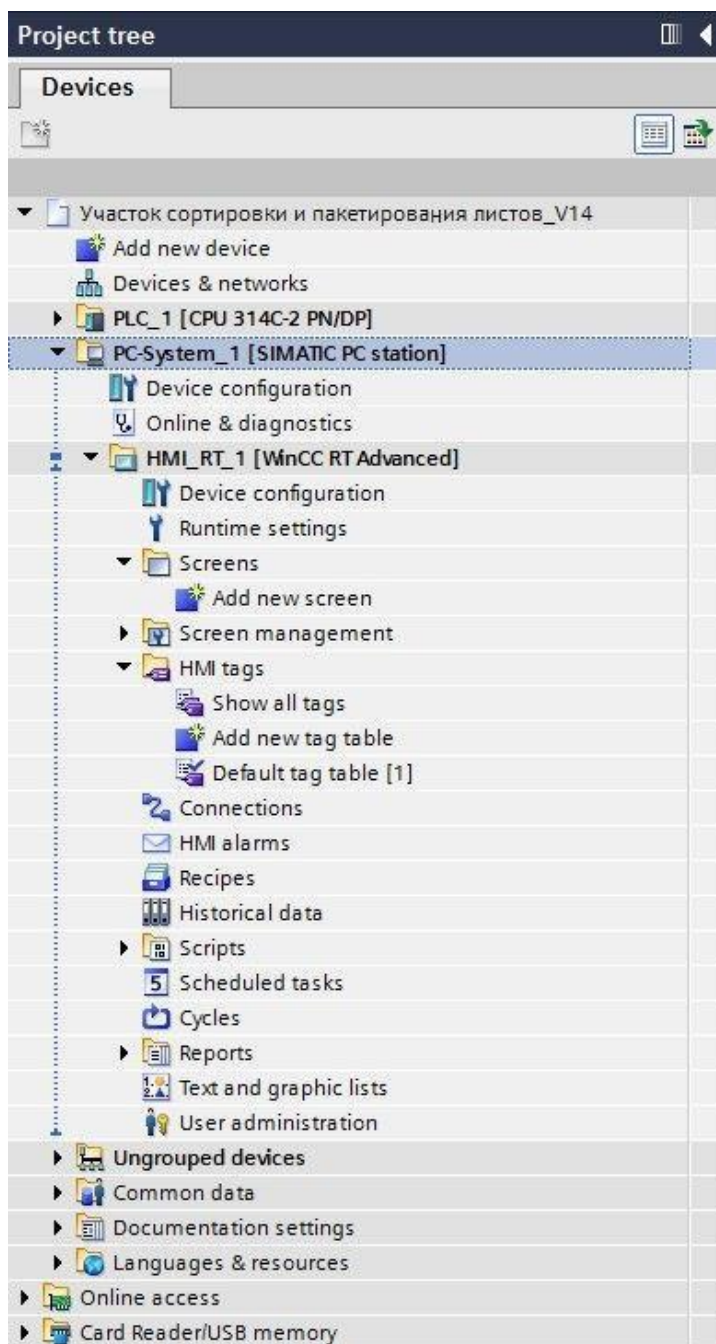
Дерево проекта находится слева от рабочей области. Использование функций дерева проекта предоставляет доступ ко всем компонентам и данным проекта. Дерево проекта позволяет выполнить следующие задачи:

- добавление новых компонентов;
- изменение существующих компонентов;
- изменять свойства существующих компонентов.

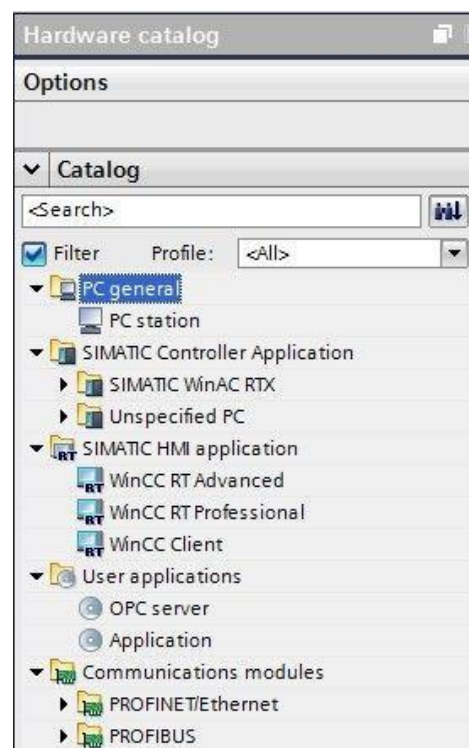
Папка «*PC_system*» содержит данные для одной PC станции, которые можно конфигурировать и проверять на корректность работы уже входе конфигурирования.

Папка «*HMI_RT_1*» – это папка свойств HMI интерфейса, которая позволяет изменять конфигурацию (*Device configuration*) и определить экран запуска каждого устройства HMI.

Папка «*Screens*» дает возможность создать интерфейс рабочего места, настроить порядок отображения экранов и их редактирование. Экран генерируется в проекте и отображается в дереве проекта. Также можно менять такие свойства экрана как имя, цвет фона, номер экрана, тип события экрана.



а



б

Рис.4. Компоненты окна проекта конфигурирования PC станции:
а – дерево проекта, б – панель элементов проекта

Папка «*Screens management*» – создание и определение свойств шаблона рабочего места с заданными свойствами. Созданный шаблон отображается в дереве проекта.

Папка «*HMI tags*» содержит следующие папки:

- стандартная таблица тегов (*Standard tag table*);
- пользовательские таблицы тегов (*User-defined tag tables*);
- все теги (*All tags*).

В таблице тегов HMI отображаются:

- дискретные сигналы;
- аналоговые сигналы.

С помощью этих таблиц настраиваются аварийные сигналы для текущего выбранного тега HMI.

В дереве проекта можно создать дополнительные таблицы тегов в папке «*HMI tags*» и использовать их для сортировки/группировки тегов и констант. Можно перемещать теги в другую таблицу тегов с помощью перетаскивания или с помощью поля «*Tag table*».

Стандартная таблица тегов (Standard tag table).

Для каждого устройства НМІ проекта существует одна стандартная таблица тегов. Его нельзя удалить, переименовать или переместить. Стандартная таблица тегов содержит теги НМІ, а также системные теги. Можно объявить все теги НМІ в стандартной таблице тегов или создать дополнительные пользовательские таблицы тегов.

Пользовательские таблицы тегов (User-defined tag tables).

Можно создать несколько пользовательских таблиц тегов для каждого устройства НМІ, чтобы группировать теги в соответствии с требованиями. Так же можно переименовывать, собирать в группы или удалять определяемые пользователем таблиц тегов. Чтобы сгруппировать таблицы тегов, необходимо создать дополнительные подпапки в папке «*HMI tags*».

Все теги (All tags).

В таблице «*All tags*» показан обзор всех тегов НМІ и системных тегов устройства НМІ. Эта таблица не может быть удалена, переименована или перемещена.

Таблица дискретных аварийных сигналов (Discrete alarms table).

В таблице «*Discrete alarms table*» настраиваются дискретные сигналы тревоги на тег НМІ, выбранный в «*HMI tags*». Когда настраивается дискретный сигнал тревоги, множественный выбор в «*HMI tags*» невозможен. Дискретные сигналы тревоги для каждого тега НМІ настраиваются отдельно.

Таблица аналоговых аварийных сигналов (Analog alarms table).

В таблице «*Analog alarms table*» настраиваются аналоговые сигналы тревоги на тег НМІ, выбранный в НМІ таблица тегов. Когда настраивается аналоговый аварийный сигнал, множественный выбор в таблице тегов НМІ не возможен. Настраиваются аналоговые сигналы тревоги для каждого тега НМІ отдельно.

Папка «*Scripts*» содержит индивидуальные функции:

- настройка расширенного списка функций - в настраиваемой функции есть возможность настраивать функции и систему функций, выполняемые в зависимости от условий их выполнения. Затем их необходимо добавить в список функций.

- программирование новых функций - индивидуальные функции действительны только в проекте, в котором они определены. Для использования функций нужно определить параметры передачи и возвращаемые значения, например, для преобразования значений.

Папка «Reports».

Отчеты используются для записи данных процесса и обработанных производственных циклов, например, чтобы создавать регулярные отчеты для контроля качества.

Папка «*Local modules*» - при наличии аппаратной ошибки отображается значок диагностики «Аппаратная ошибка в компоненте более низкого уровня» отображается значок при наличии аппаратной ошибки в одном из связанных модулей.

2.1.2. Панель элементов

Панель элементов находится справа от рабочей области. В зависимости от отредактированного или выбранного объекта карты задач, доступны дополнительные действия. Эти действия включают:

- выбор объектов из библиотеки или из каталога оборудования;

- поиск и замена объектов в проекте;
- перетаскивание предопределенных объектов в рабочую область.

Доступные карты задач можно найти в панели справа от экрана, можно свернуть и вновь открыть их в любое время. Какие карты задач доступны, зависит от выбранных объектов. Более сложные карты задач делятся на панели, которые можно разрушить и возобновить.

2.2. Анимация элементов графических элементов

Под динамизацией объектов в рабочей области обычно понимают изменение вида или расположения в зависимости от, например, значения процесса. Примером динамического объекта может быть шкала, длина которой зависит от текущей температуры, индикатор со стрелкой или объект, цвет которого изменяется в зависимости от позиции обрабатываемого изделия.

Динамизация объектов реализуется с помощью:

- анимации;
- соединения объектов с тегами;
- системными функциями.

WinCC позволяет реализовать динамизацию с помощью предустановленных анимаций. Чтобы анимировать объект, сначала необходимо настроить необходимую анимацию в окне редактора объекта. Затем настроить анимацию необходимым образом. Выбор поддерживаемых анимаций зависит от выбранного объекта HMI.

Типы анимации:

- слои: визуальная настройка видимости;
- динамическая: прямое, диагональное, вертикальное смещение;
- переменная привязка

2.2.1. Динамизация внешнего вида объекта

Динамизация внешнего вида объекта подразумевает изменения внешнего вида (цвет) в зависимости от изменения значения у привязанного тега.

Порядок выполнения динамизации внешнего вида объекта.

1. В окне «Inspector», выберите «Properties» > «Animations».
2. Выберите анимацию «Appearance». Отображаются параметры анимации.
3. Выберите «Tag» > «Name».
4. Выберите «Type» > «Range».
5. Нажмите кнопку «Add» в таблице.
6. Например, введите интервал тегов «0 – 20» в столбце «Range».
7. Для «Foreground color» и «Background color» выберите цвет, в который должен быть окрашен объект когда тег достигает выбранного интервала.
8. Выберите режим мигания для объекта из списка «Flashing».
9. Повторите шаги с 5 по 8, чтобы создать еще один интервал, например,

Динамическая анимация
Динамическая анимация подразумевает смещение расположения объекта относительно начальной точки.

Типы динамической анимации:

- прямое смещение;
- диагональное смещение;
- горизонтальное смещение;
- вертикальное смещение.

Динамическую анимацию объекта можно настраивать таким образом, чтобы они перемещались по определенному направлению. Необходимое движение контролируется с помощью тегов. Объект перемещается при каждом обновлении тега. Для каждого объекта можно запрограммировать только один тип движения.

Порядок выполнения динамической анимации.

1. Выберите объект, который нужно динамически контролировать. Свойства объекта отображаются в окне инспектора.
2. В окне «Inspector», выберите «Properties» > «Animations»
3. Выберите «Horizontal movement». Прозрачная копия объекта отображается в рабочей области, которая подключена к самому объекту с помощью стрелки.
4. Выберите тег для управления движением.
5. Переместите копию объекта в соответствующее место назначения. Система автоматически вводит пиксель значения последней позиции в окне «Inspector».
6. Настройте диапазон значений тега по требованию.

Изменение видимости объекта.

Динамизация свойства «видимость» позволяет выводить на экран сигнал тревоги, который инициируется, например, когда значение тега превышает критический уровень. Сигнализация отключена, когда значение тега возвращается допустимый интервал.

Порядок выполнения динамизации свойств «видимости».

1. Выберите экранный объект, который вы хотите контролировать динамически.
2. В окне «Inspector» выберите «Properties» > «Animations».
3. Выберите «Visibility».
4. Выберите тег.
5. Активируйте «Range».
6. Выберите, например, «from 20» и «to 40»,
7. Активируйте «Visible».

Пример 1. Визуализировать горизонтальное движение толкателя заготовок таким образом, чтобы он перемещался по определенному направлению.

Порядок выполнения работы.

1. Создать новый проект НМІ проект для выделенной РС станции.
2. Создать тэг.

3. Нарисовать толкатель заготовок, рис.5, с помощью перетаскивания объектов на рабочую область. Используя стандартные фигуры, представленные на панели «Toolbox», рис.6.

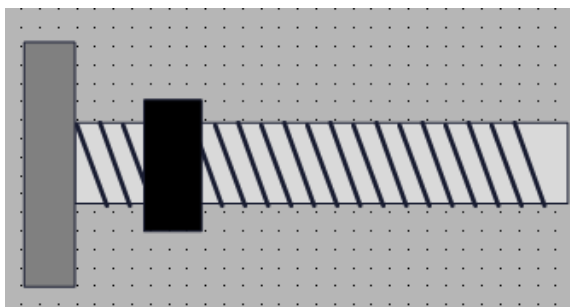


Рис.5. Толкатель заготовок



Рис.6. Панель «Toolbox»

Толкатель состоит из простых фигур. Для того чтобы перемещать их одновременно необходимо толкатель должен представлять собой одну большую фигуру, поэтому необходимо сгруппировать простые фигуры.

4. Порядок выполнения группировки:

- удерживая нажатой клавишу SHIFT, щелкните все фигуры, которые требуется группировать;
- нажав ПКМ по выделенным фрагментам одной большой фигуры, появится выпадающий список, в котором необходимо выбрать «Group» > «Group», как представлено на рис. 7.

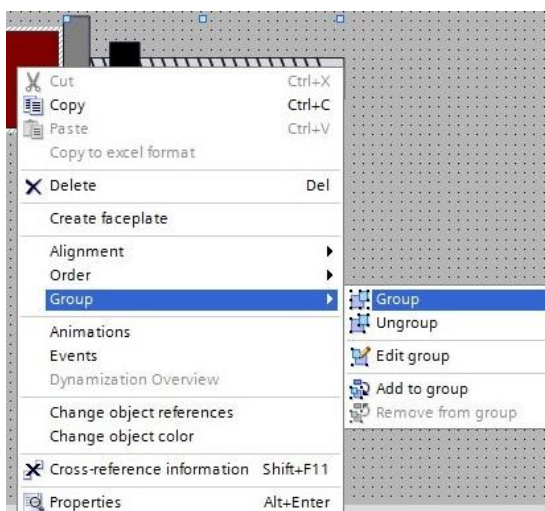


Рис. 7. Группировка фрагментов одной большой фигуры

5. В окне «Inspector» выберите «Properties» > «Animations». Отобразятся анимации, доступные для выбранного объекта. Выберите «Horizontal movement» и нажать «Add new animation». Отображаются параметры анимации, как показано на рис.8.

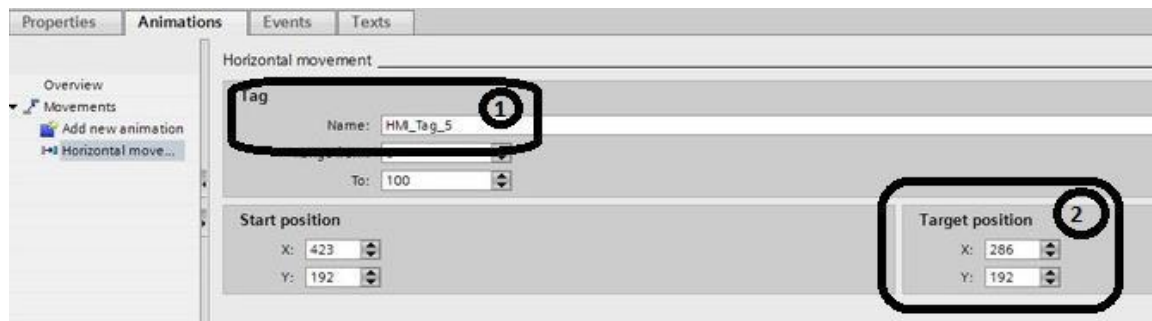


Рис. 8. Параметры анимации

Прозрачная копия объекта отображается в рабочей области, которая подключена к источнику объекта с помощью стрелки, как показано на рис.8.

6. Выберите тег для управления движением (1), как представлено на рис.7.

7. Переместите копию объекта в соответствующее место назначения. Система автоматически вводит пиксель значения конечной позиции в окне «Inspector» (2), как представлено на рис. 8.

8. Настройте диапазон значений для тега по мере необходимости, рис. 9.

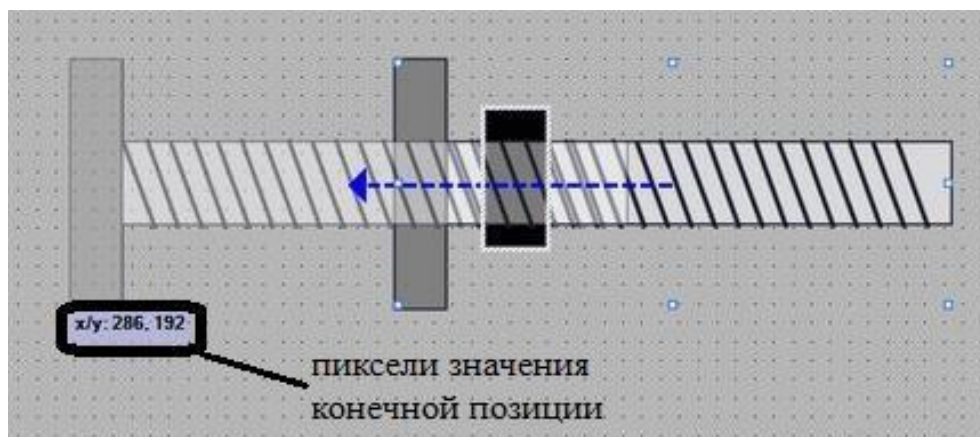


Рис. 9. Создание анимации для толкателя заготовок

В результате в режиме выполнения объект перемещается в ответ на каждое изменение значения тега, которое используется для контроля движения. Направление движения соответствует настроенному типу движение «horizontal».

Пример 2. Визуализировать работу светофора, представленного на рис. 10.

Порядок выполнения.

1. Создать новый проект НМІ проект для выделенной РС станции.
2. Создать тэги соответствующие цветам светофора:
 - «Red» – красный сигнал светофора;
 - «Yellow» – желтый сигнал светофора;
 - «Green» – зеленый сигнал светофора.

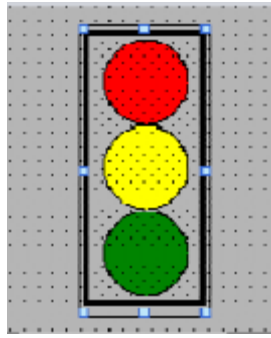


Рис. 10. Вид окна «Светофор»

3. Нарисовать светофор, рис.10, с помощью перетаскивания объектов на рабочую область. Используя стандартные фигуры, представленные на панели «Toolbox», рис.б.

Изменение цвета светофора контролируется изменением значения тега во время выполнения. Когда тег принимает определенное значение, сигнал светофора изменит цвет или будет мигать в соответствии с конфигурацией.

В окне «Inspector» выберите «Properties» > «Animations». Отобразятся анимации, доступные для выбранного объекта. Выберите «Appearance» и нажать «Add new animation». Отображаются параметры анимации, как показано на рис.11.

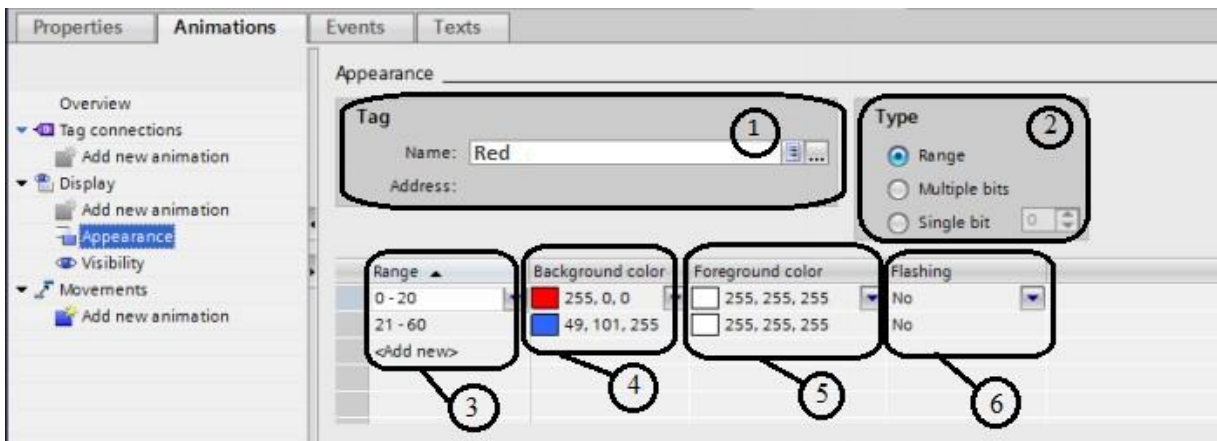


Рис. 11. Параметры анимации

4. Выберите тег для управления движением (1). В поле «Type» (2) выберите «Range». В таблице нажмите «Add new» (3), для задания параметров визуальной анимации. Для цвета переднего плана (4) и цвет фона (5) выберите цвет, который объект должен приобрести во время выполнения, когда тег достигает интервала. Выберите режим мигания для объекта из списка «Flashing» (6).

5. Повторите шаг 4 для создания интервалов работы оставшихся сигналов светофора.

В результате в режиме выполнения сигнал светофора будет меняться в ответ на каждое изменение значения тегов, которые используются.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ ДЛЯ СЦЕНАРИЯ «SORTING BY WEIGHT»

Рассмотрим разработку HMI для модели объекта «SORTING BY WEIGHT»

1. Добавить HMI PC станцию в комплект устройств проекта. Для этого в меню добавления нового устройства необходимо выбрать устройство «*SIMATIC HMI application / WinCC*».

2. Сконфигурировать рабочую PC станцию. На данном этапе необходимо настроить соединение между PLC и HMI станцией. Для этого в стойку PC станции необходимо добавить ethernet модуль типа «*Ethernet/IE general*» из каталога устройств, а также установить соединение в разделе «*Devices & network*» главного дерева проекта.

3. Следующим шагом является заполнение таблицы символов. Заполнение происходит фактическим перебрасыванием всех *Tag'ов* из PLC станции в проект HMI. Для привязки тегов к графическим элементам необходимо воспользоваться таблицей 1.

4. Конфигурирование экрана HMI проекта представляет собой формирование из базовых фигур визуальное представление используемой модели производственного процесса, настройка цветового отображения и настройка анимации с событиями для реагирования на изменения входных/выходных сигналов и действий оператора.

5. Для обозначения перемещения объекта по конвейеру необходимо визуализировать все участки транспортировочной ленты, а также анимировать ту ее часть, которая работает в данный момент времени. Для этого можно использовать один из базовых графических элементов – прямоугольник, как это показано на рис. 12.

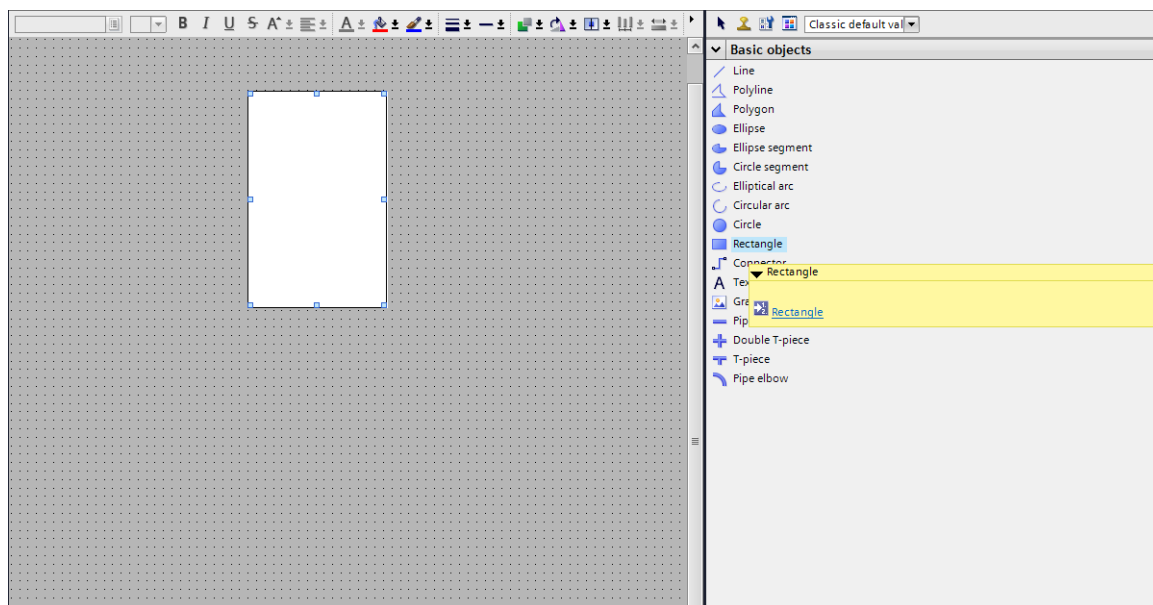


Рис.12. Добавление базового графического элемента в режиме конфигурирования экрана

Для большей наглядности у добавленного графического элемента можно задать серый цвет, устанавливая необходимые свойства в панели основных свойств, как это показано на рис. 13.

6. Для отображения режима работы транспортной ленты можно воспользоваться механизмом перемещения объектов по слоям и визуального отображения в случае активации соответствующего выходного сигнала.

Для этого необходимо добавить, аналогично вышеописанному варианту, дополнительный графический элемент прямоугольник и расположить его на фоне уже существующего, задав ему больший размер. При этом, вновь добавленный прямоугольник, полностью визуально перекроет основной.

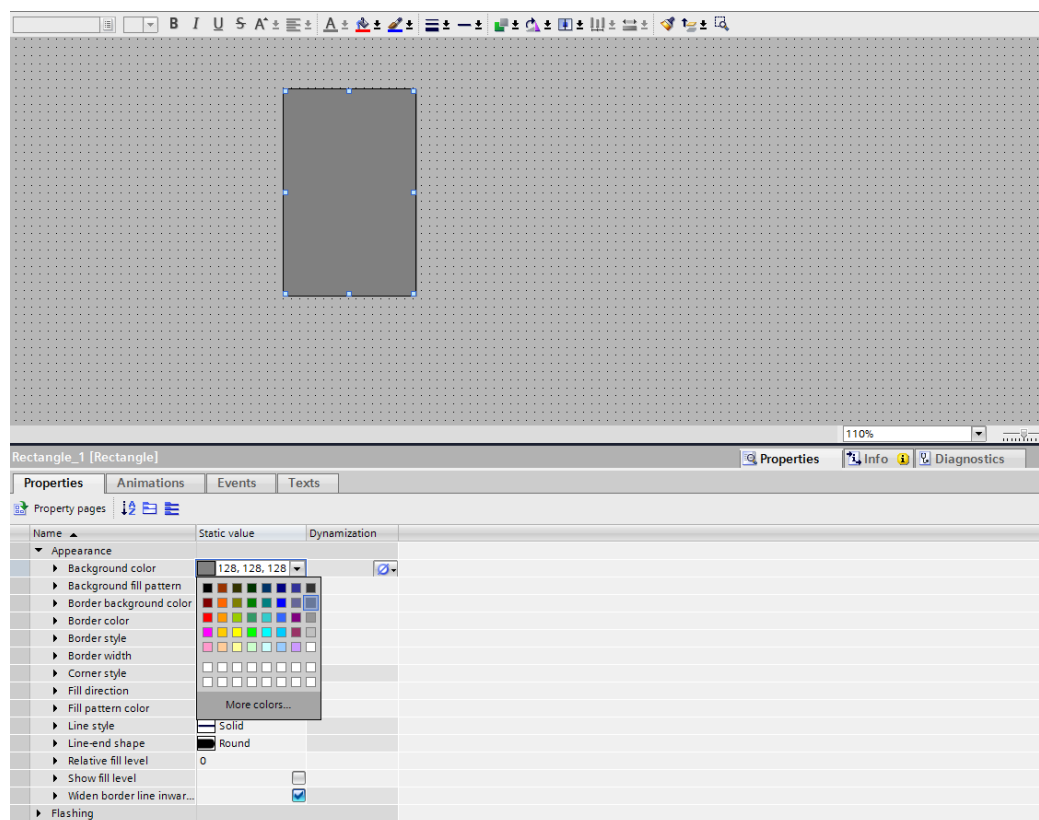


Рис.13. Редактирование свойств графического элемента

7. Для расположения объекта в фоне необходимо воспользоваться функционалом расположения объектов по слоям по нажатию правой кнопкой мыши - командой «**Order**» > «**Move backward**», как это показано на рис. 14.

8. Далее следует задать режим отображения данного графического элемента в случае активации соответствующего выходного сигнала. Для этого в окне редактирования свойств анимации необходимо добавить анимацию командой «**Animate Property**» > «**Add new Animation**», назначить в качестве контролируемого сигнала необходимый *Tag*, и установить анимируемые свойства «**Range | Visible**», как это показано на рис. 15. В качестве контролируемых сигналов необходимо использовать «**Tag: КонПрямо, КонЛев, Прямо, Загр, КонПрв, КонПодачи**».

В результате добавления и настройки свойств анимации, графический элемент прямоугольник, будет изменять свое свойство видимости в зависимости от присутствия в контролируемом сигнале логического нуля или единицы.

Выполняя вышеописанные шаги необходимо сконфигурировать все соответствующие участки конвейерной линии сортировщика. В результате, должен получиться экран, аналогично представленному на рис. 16.

В начале и в конце каждого из участков транспортировочной ленты установлен датчик, который сигнализирует о прохождении объекта определенной зоны. Для отображения самого датчика и отображения поступления сигнала с него следует воспользоваться такими базовыми графическими элементами как **линия** и **кнопка**. Расположив

красные линии в начале и конце каждого из транспортных узлов и задав анимированное свойство изменения цвета кнопок, как это показано на рис. 17, можно визуально наблюдать за поступлением соответствующего сигнала с датчиков. В качестве контролируемых сигналов необходимо использовать «*Tag: ДвхЛево, ДвухЛево, ДвухВес, Двес, ДвхВес, ДвхПраво, ДвухПраво, ДвхПрямо, ДвухПрямо*».

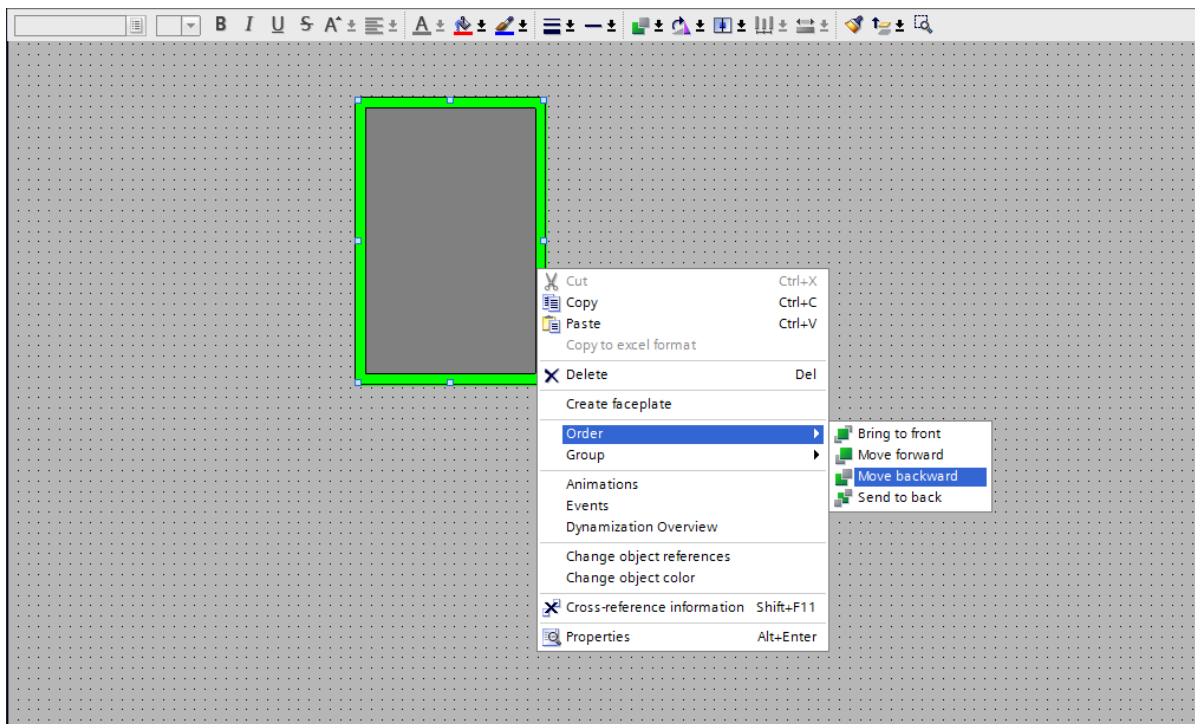


Рис.14. Быстрое редактирование расположения объекта по слоям

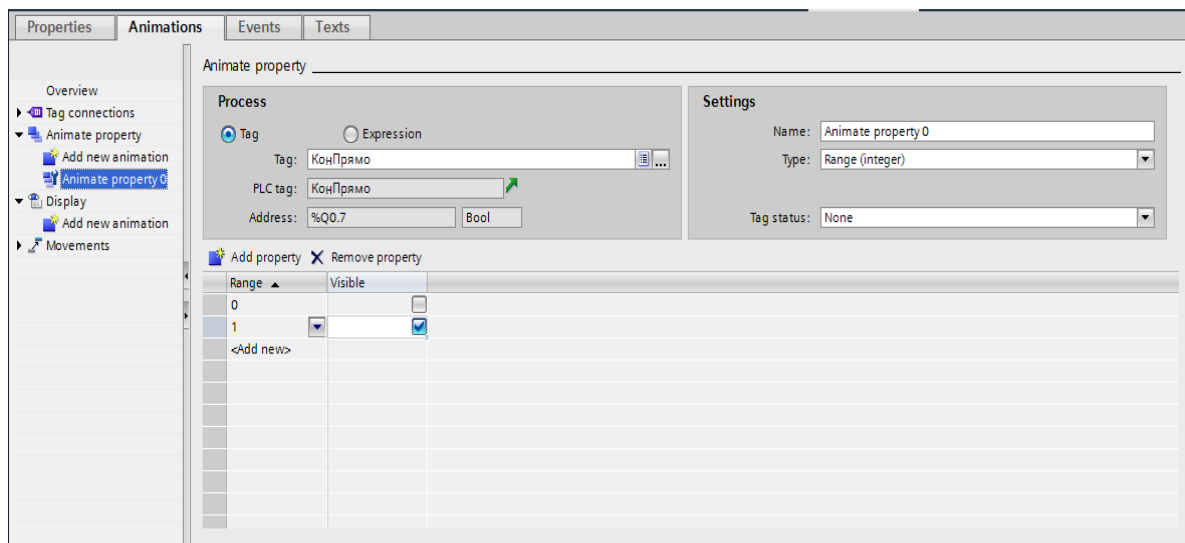


Рис.15. Конфигурирование анимаций графического элемента

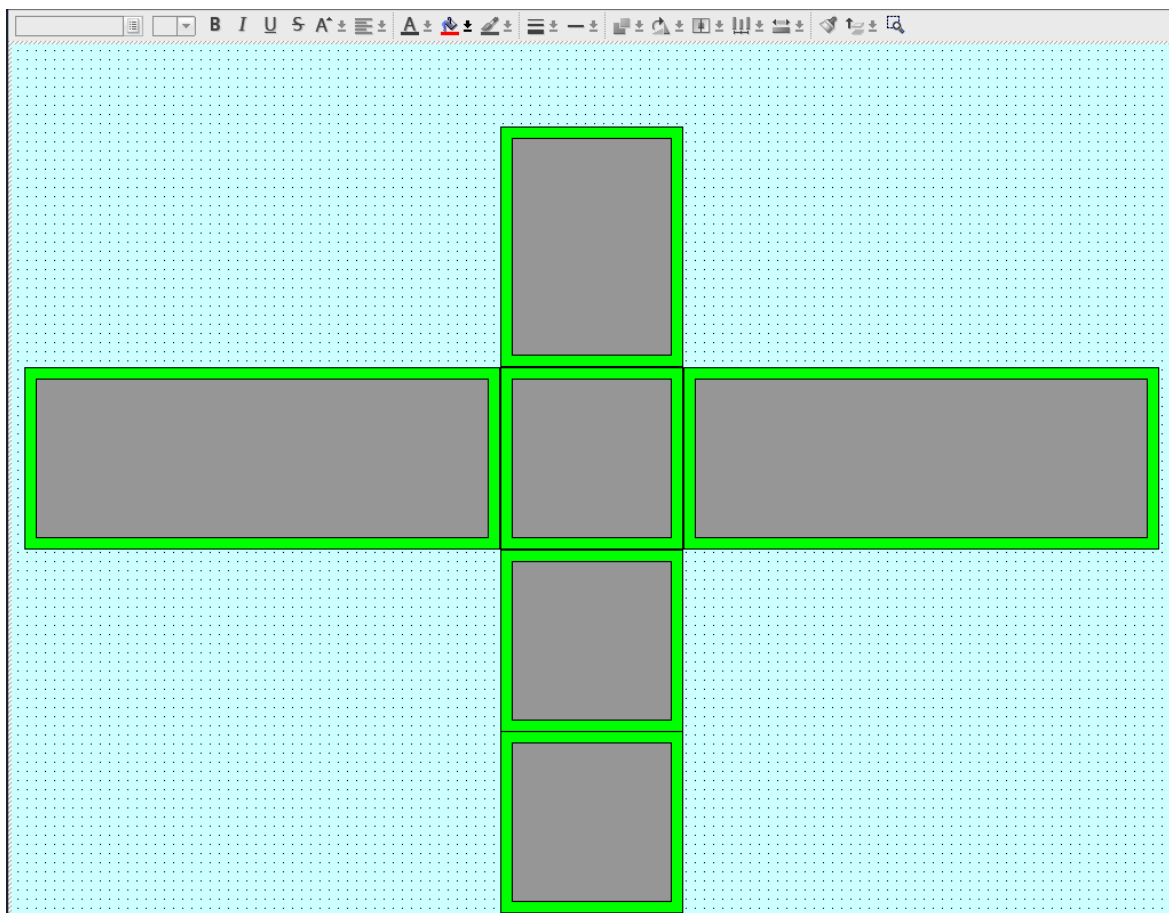


Рис.16. Участок транспортной линии технологического процесса

Для графического элемента кнопка необходимо в качестве анимированных свойств добавить «*Range | BackGroud Color*», где настроить необходимые цвета для отображения при разных входных сигналах с датчика. Любой кнопке можно задать со- ответствующий текст для отображения, зайдя на соответствующую вкладку основных свойств объекта.

Выполняя вышеописанные шаги необходимо расположить на транспортной ли- нии все датчики и визуально отобразить поступление сигнала с каждого из них. В ре- зультате, должен получиться экран, аналогично представленному на рис.18.

Модель производственного процесса позволяет фиксировать количественные по- казатели объектов на транспортной линии. Среди них определены:

- счетчик левого конвейера;
- счетчик фронтального конвейера;
- счетчик правого конвейера;
- счетчик циклов;
- вес объекта.

Для отображения их при конфигурировании экрана необходимо воспользоваться стандартными графическими элементами, которые будут считывать показания счетчи- ков с соответствующих входных/выходных сигналов, согласно таблице символов и вы- водит численные значения на экран.

Стандартным графическим элементом, который позволяет выводить численные значения счетчиков, является объект *I/O field*, представленный на рис.19.

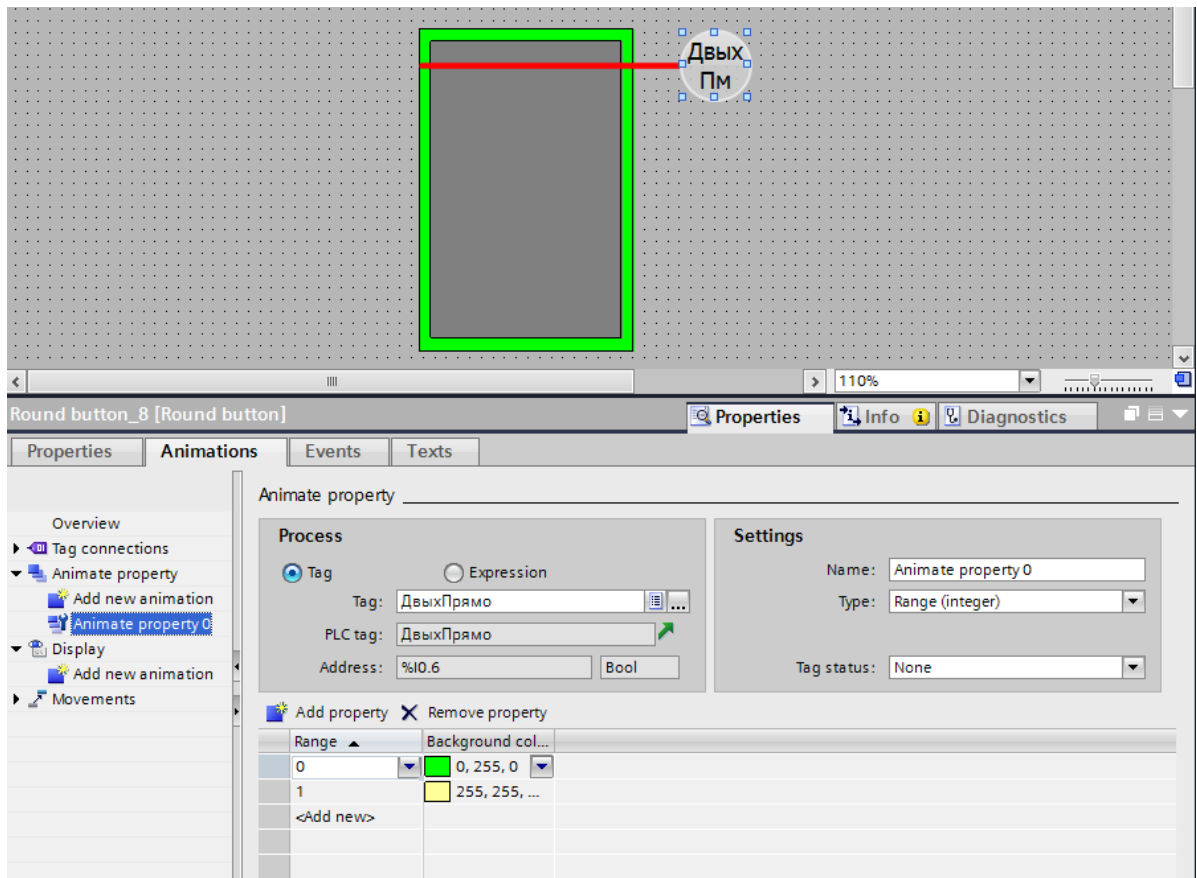


Рис.17. Конфигурирование сигнала датчика на транспорте

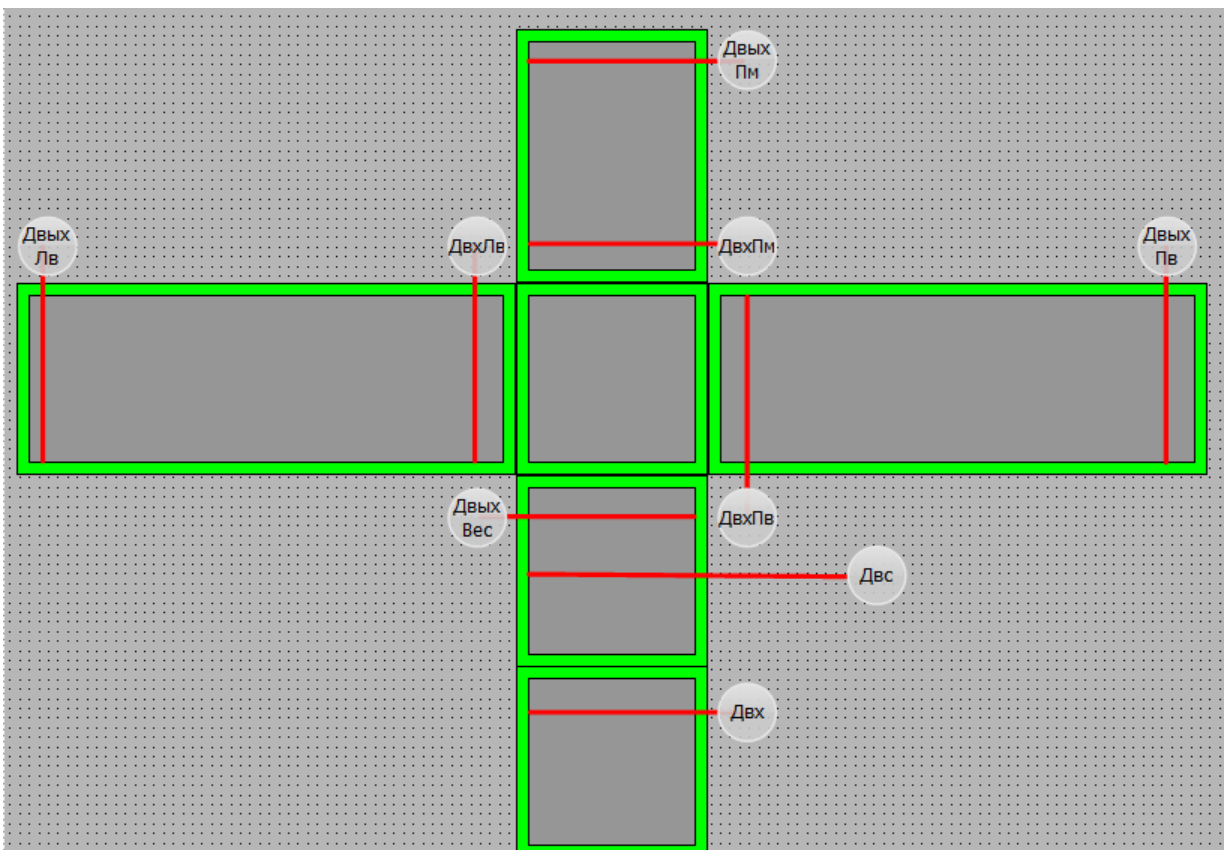


Рис.18. Сигнальные датчики на участках транспортной линии

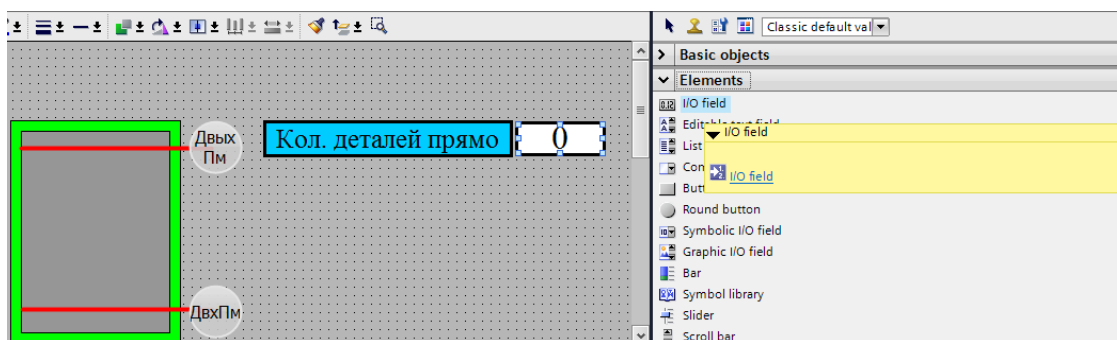


Рис.19. Добавления счетчика конвейера в область экрана

В стандартных настройках элемента необходимо привязать необходимый входной/выходной сигнал к параметру «General»> «ProcessValue», как это показано на рис. 20.

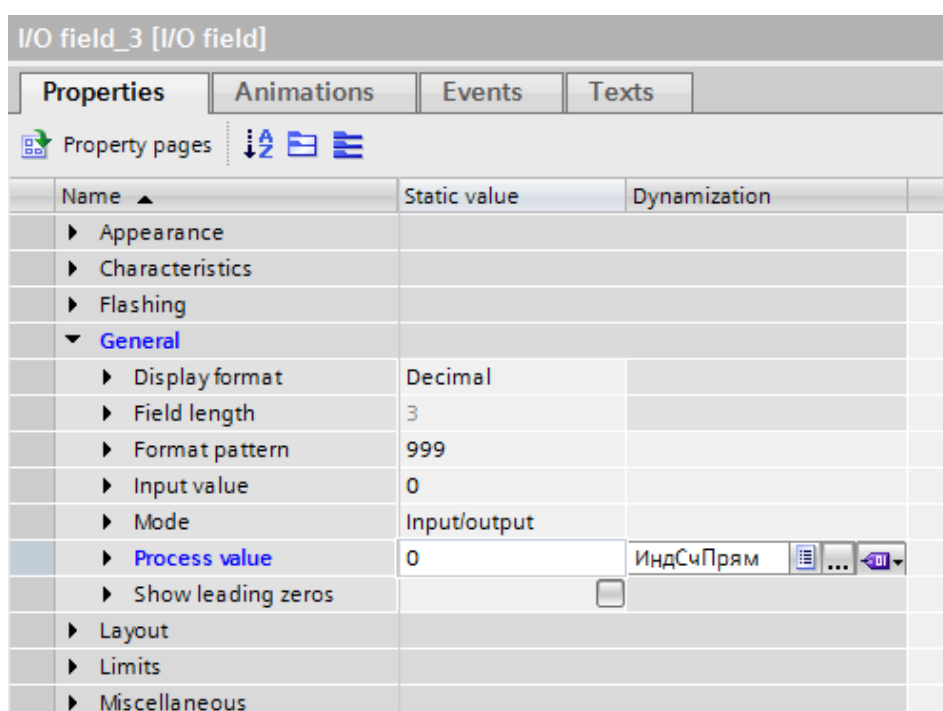


Рис.20. Редактирование параметров графического элемента ввода/вывода

Выполняя вышеописанные шаги необходимо сконфигурировать все соответствующие счетчики различных участков конвейера. В результате, должен получиться экран, аналогично представленному на рис. 21.

Процесс управления моделью технологического процесса осуществляется либо в автоматическом режиме, либо в ручном. Управление в ручном режиме подразумевает воздействие на управляющие сигналы конвейера через определенные графические элементы, которые реагируют на нажатие мышью. Таким графическим элементом может служить как кнопка, так и объекты с графикой свободной формы из стандартной библиотеки «**Graphics**», как это показано на рис. 22.

Добавив элемент на экран, необходимо назначить на него событие по нажатию левой кнопки мыши. Назначение событий осуществляется в области конфигурирования и задания параметров «**GraphicView**»> «**Events**»> «**ReleaseLeftMouseButton**». В данной

области, в соответствии с рис. 23, необходимо назначить сигнал, на который осуществляется воздействие оператором на один из перечисленных участков конвейера:

- перемещение по правому конвейеру;
- перемещение по левому конвейеру;
- перемещение по подающему конвейеру;
- перемещение по погрузочному конвейеру;
- перемещение по фронтальному конвейеру;
- перемещение влево по измерительному рольгангу;
- перемещение вправо по измерительному рольгангу.

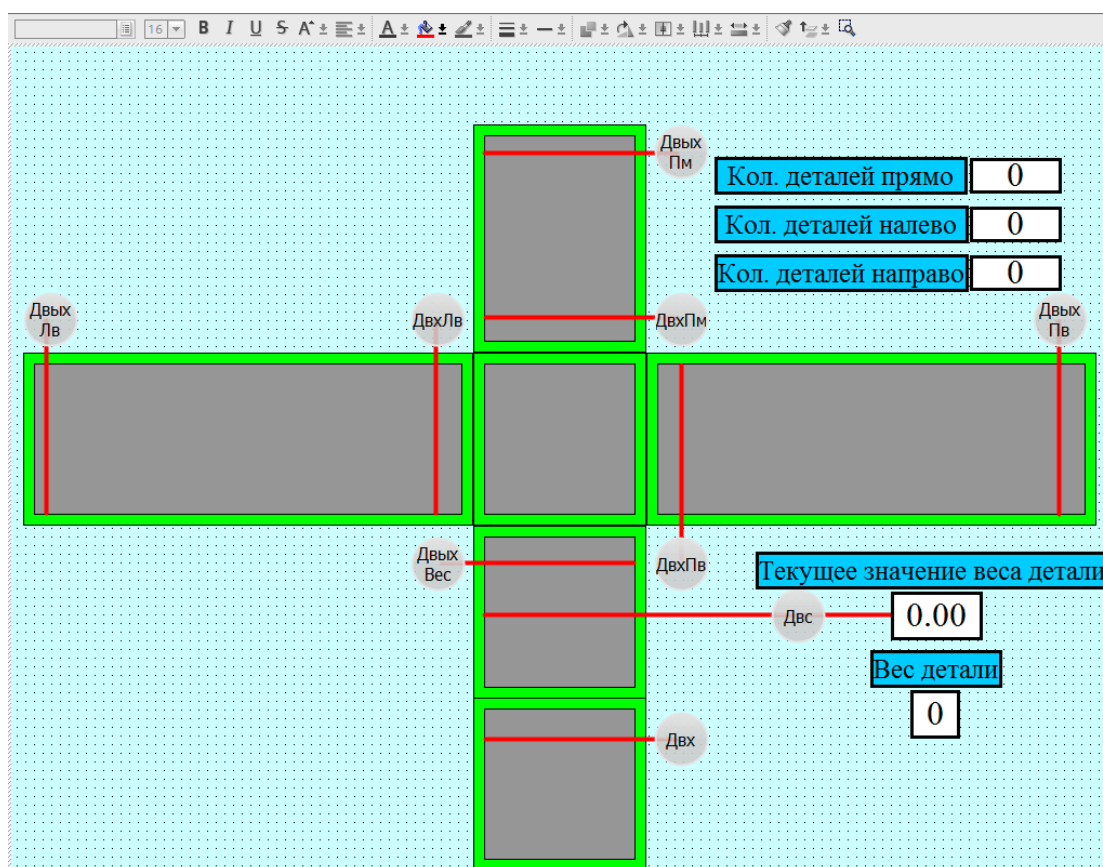


Рис.21. Сконфигурированный экран с областью вывода значений счетчиков

Для осуществления обратной связи по нажатию кнопок управления конвейером в ручном режиме необходимо вновь воспользоваться анимациями, как это показано на рис.22. Для осуществления управления измерительным рольгангом в ручном режиме в центр рольганга предлагается расположить графический элемент в виде окружности и назначить к нему событие ручного управления по нажатию левой кнопки мыши.

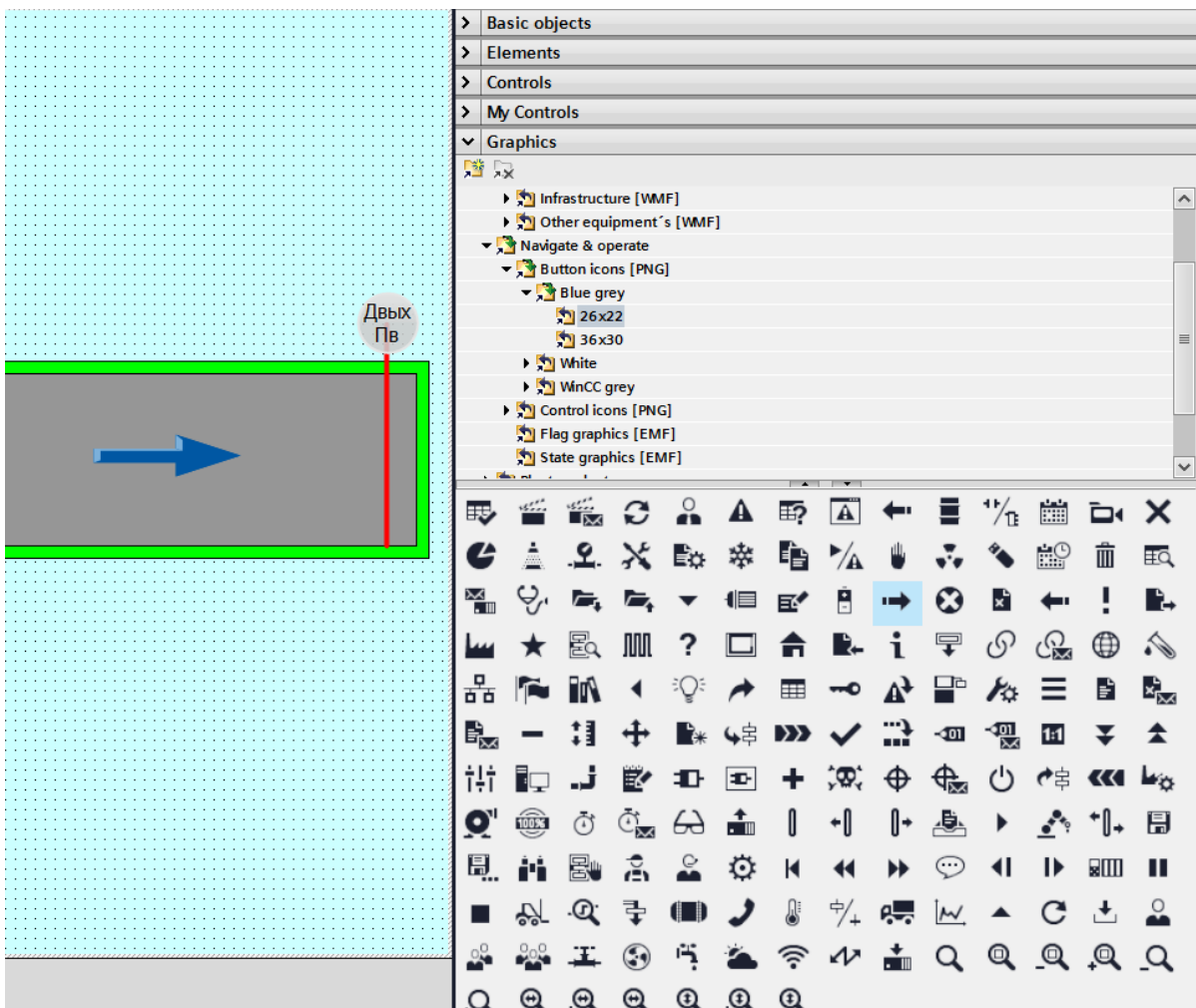


Рис.22. Добавление графического элемента для осуществления ручного управления

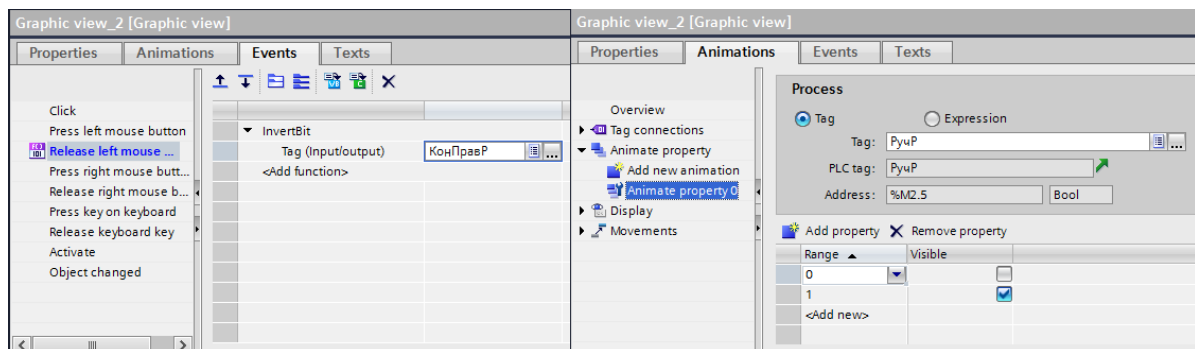


Рис.23. Назначение событий по нажатию левой кнопки мыши и соответствующей анимации в ручном режиме управления

Отображение действий отправки перемещаемого объекта на левый, правый и фронтальный конвейера предлагается воспользоваться возможностью группировки базовых элементов в один графический элемент, как показано на рис. 24. После чего такому графическому элементу назначить анимацию, аналогично тому, как это было сделано в предшествующих объектах.

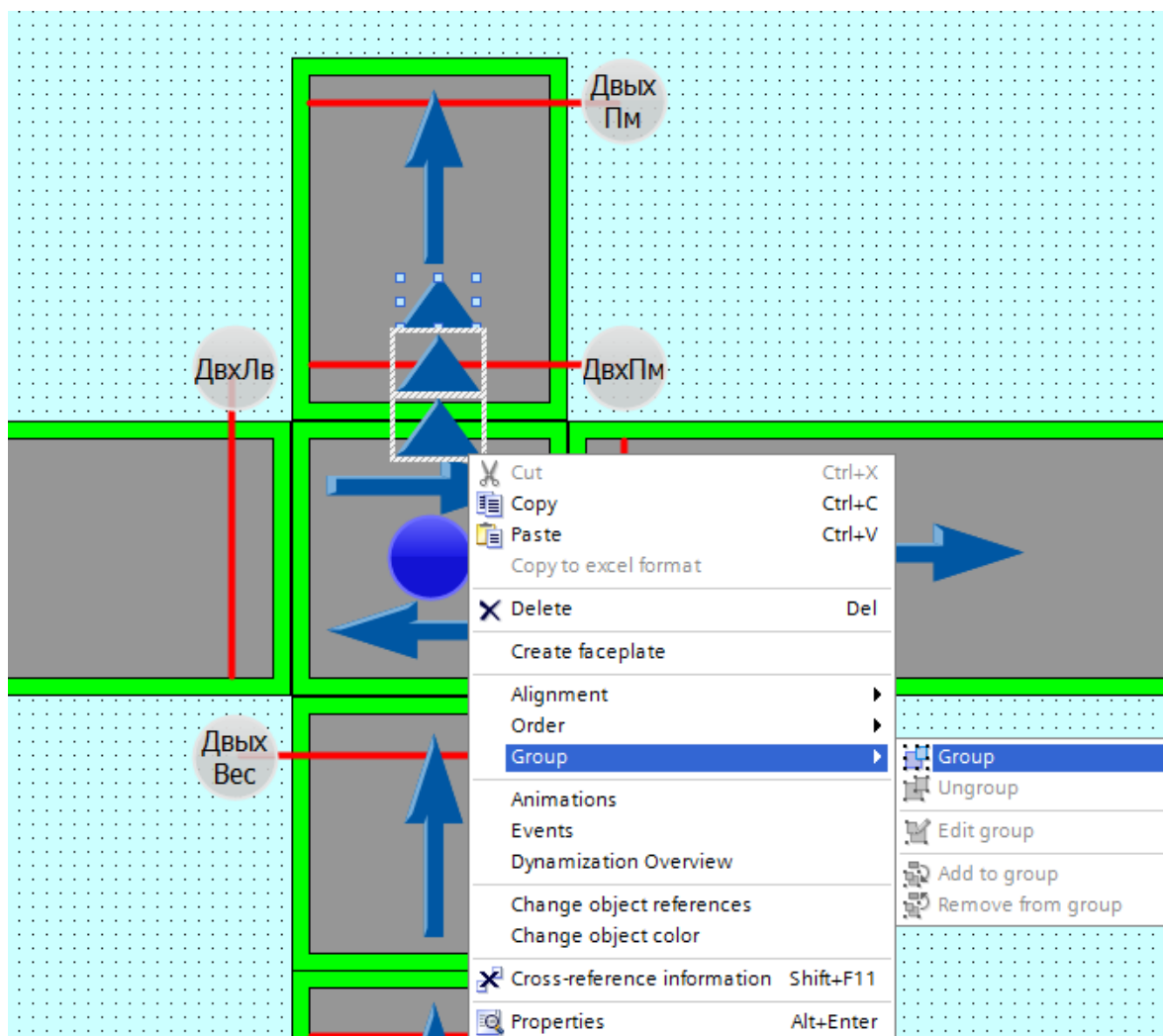


Рис.24. Группировка графических элементов

Последним шагом в конфигурировании экрана является *формирование панели управления производственным процессом*, а именно *кнопок переключения между режимами работы, запуска, остановки и сброса*. Аналогично вышеописанным графическим элементам, на данные кнопки необходимо назначить *события по нажатию левой кнопки мыши*. К событиям привязываются соответствующие *сигналы ручного/автоматического управления и сигналов старт/стоп/сброс*. Для осуществления визуальной обратной связи по командам переключения режима работы, предлагается добавить *элементы симулирующие лампы включения* соответствующих режимов, назначив к ним соответствующего типа анимации. В ходе выполнения работы сконфигурированная панель будет иметь вид, представленный на рис.25.

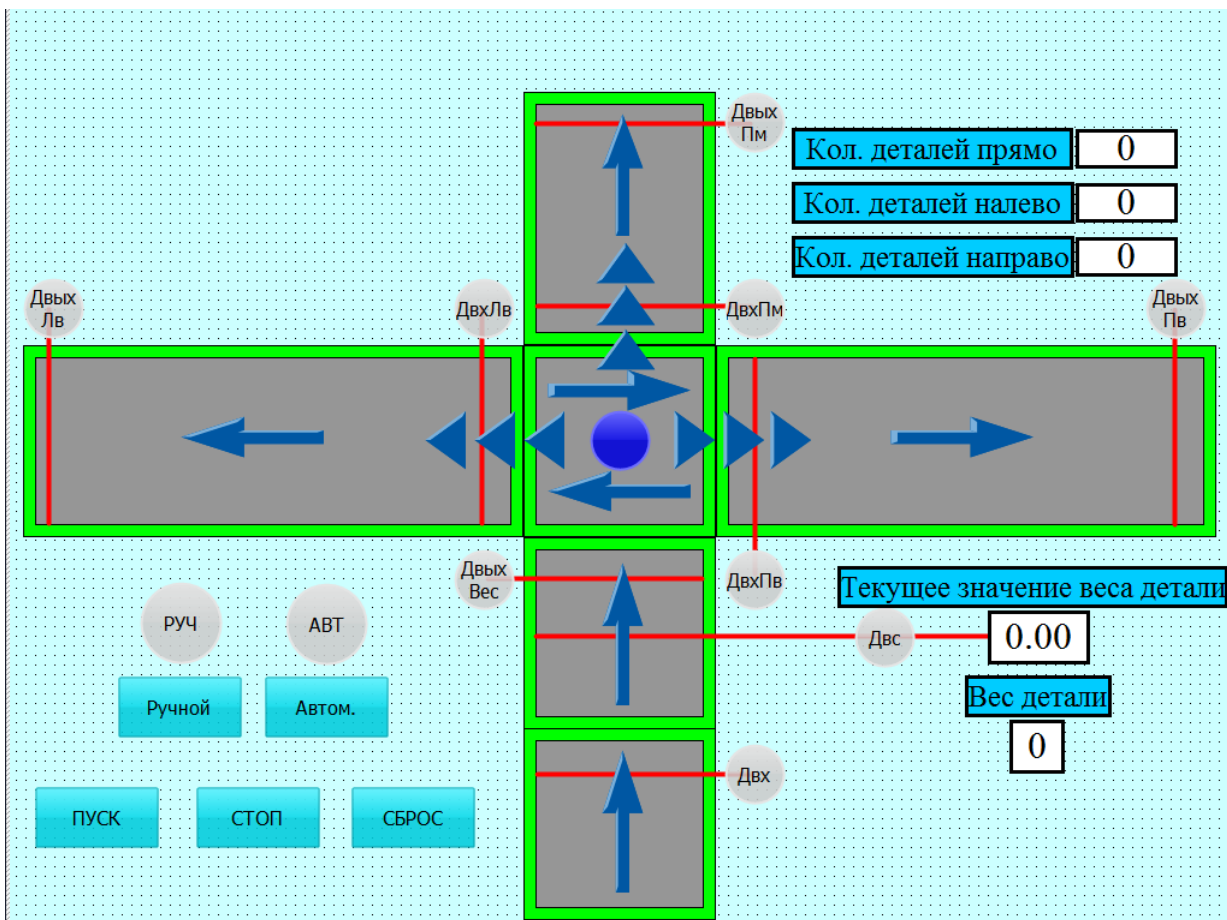


Рис.25. Сконфигурированный экран конвейера

Таблица 1.

Таблица соответствия сигналов

Имя	Тип	ПЛК Тег	Адрес	Комментарий
Вес	Real	Вес	%ID30	Вес объекта
ВесИнд	DInt	ВесИнд	%QD42	Индикатор веса детали
ИндСчПрям	DInt	ИндСчПрям	%QD34	Индикатор деталей отправленных прямо
ИндСчЛев	DInt	ИндСчЛев	%QD30	Индикатор деталей отправленных на лево
ИндСчПрав	DInt	ИндСчПрав	%QD38	Индикатор деталей отправленных на право
ДвухЛево	Bool	ДвухЛево	%I0.4	Датчик на выходе левого конвейера
Руч	Bool	Руч	%M2.6	Кнопка РУЧ на экране управления
РучР	Bool	РучР	%M2.5	Флаг работы в ручном режиме
Авт	Bool	Авт	%M0.0	Флаг работы в автоматическом режиме
ДвухПрямо	Bool	ДвухПрямо	%I0.6	Датчик на выходе фронтального конвейера
ДвухПраво	Bool	ДвухПраво	%I1.0	Датчик на выходе правого конвейера
ДвухВес	Bool	ДвухВес	%I0.2	Датчик на выходе весов
ДвхПрямо	Bool	ДвхПрямо	%I0.5	Датчик на входе конвейера прямо
ДвхЛево	Bool	ДвхЛево	%I0.3	Датчик на входе левого конвейера
НаЛево	Bool	НаЛево	%Q0.2	Поворот роликов для перемещения на левый конвейер
ДвхПраво	Bool	ДвхПраво	%I0.7	Датчик на входе правого конвейера

Таблица соответствия сигналов

<i>Имя</i>	<i>Тип</i>	<i>ПЛК Тег</i>	<i>Адрес</i>	<i>Комментарий</i>
ДвхВес	Bool	ДвхВес	%I0.0	Датчик на входе весов
Двес	Bool	Двес	%I0.1	Датчик на весах
АвтС	Bool	АвтС	%M2.3	Кнопка АВТ на экране управления
РпрямоС	Bool	РпрямоС	%M3.7	Флаг этапа работы с фронтальным конвейером
СтопС	Bool	СтопС	%M2.1	Кнопка СТОП на экране управления
СбросС	Bool	СбросС	%M2.4	Кнопка СБРОС на экране управления
НаПраво	Bool	НаПраво	%Q0.4	Поворот роликов для перемещения на правый конвейер
НаЛевор	Bool	НаЛевор	%M3.5	Ручное управление поворотом роликов налево
НаПравор	Bool	НаПравор	%M3.6	Ручное управление поворотом роликов направо
Прямор	Bool	Прямор	%M3.4	Ручное управление вращением роликов
КонПрямор	Bool	КонПрямор	%M3.2	Ручное управление конвейером фронтальным
КонПравр	Bool	КонПравр	%M3.1	Ручное управление конвейером правым
КонЛевр	Bool	КонЛевр	%M3.0	Ручное управление конвейером левым
КонПодр	Bool	КонПодр	%M2.7	Ручное управление конвейером подачи
КонЗагрВеср	Bool	КонЗагрВеср	%M3.3	Ручное управление конвейером загрузки на весы
Прямо	Bool	Прямо	%Q0.6	Активация вращения роликов
КонПрямо	Bool	КонПрямо	%Q0.7	Активация фронтального конвейера
КонПодачи	Bool	КонПодачи	%Q0.0	Активация конвейера подачи
Загр	Bool	Загр	%Q0.1	Активация конвейера весов
КонПрв	Bool	КонПрв	%Q0.5	Активация правого конвейера
КонЛев	Bool	КонЛев	%Q0.3	Активация левого конвейера
ПускС	Bool	ПускС	%M2.2	Кнопка ПУСК на экране управления

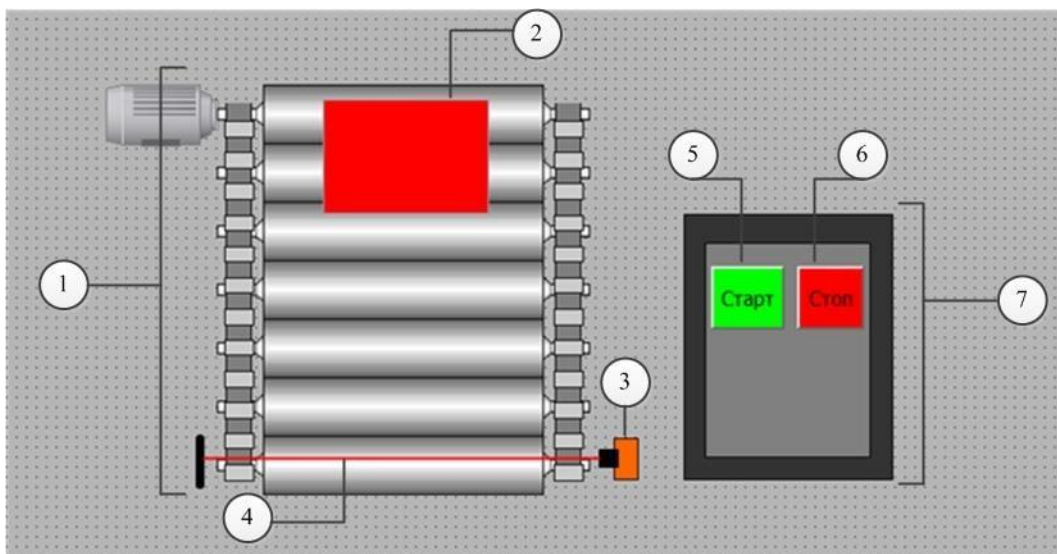
4. ЗАДАНИЯ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ

Для выполнения самостоятельных работ по вариантам используются 3-х мерные модели в программе *FactoryIO*. В вариантах необходимо самостоятельно спроектировать и анимировать компоненты интерфейса экрана оператора для функциональных частей технологических объектов.

Вариант 1.

Для сценария «*From A to B*» спроектировать и анимировать рольганг (1) с движущимся по нему объектом (2). При старте симуляции коробка (2) должна перемещаться по рольгангу (1) до достижения датчика (3). Затем, рольганг (1) останавливается. Необходимо анимировать вращение рольганга (1), перемещение заготовки (2) по вертикали, срабатывание сигнала датчика (3) при пересечении сигнальной линии (4). Запуск (5) и остановку (6) процесса перемещения заготовки осуществлять с пульта управления (7) с помощью нажатия соответствующих кнопок.

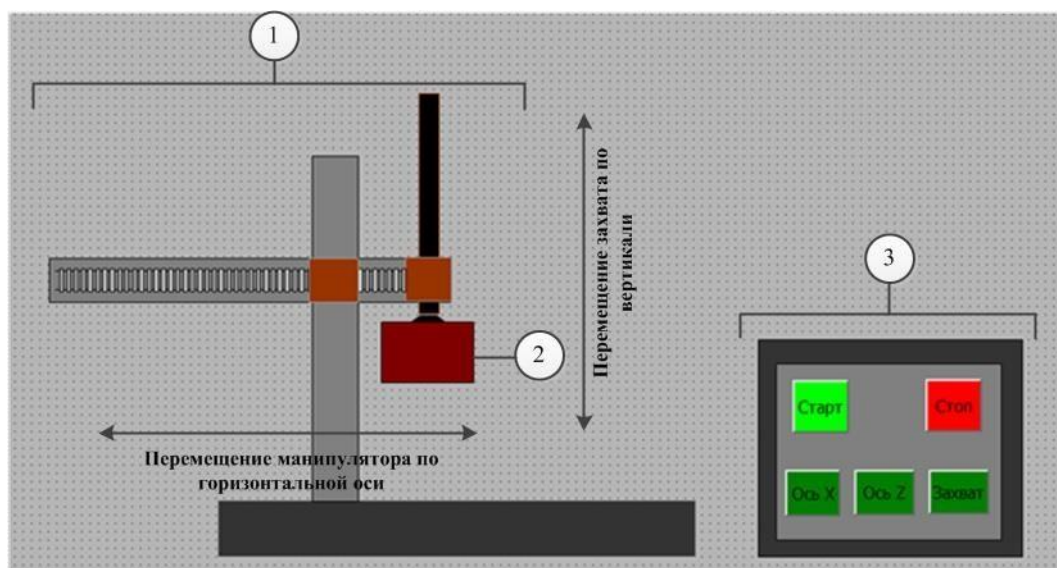
Экран оператора РС станции (Вариант 1)



Вариант 2.

Для сценария «*Assembler*» спроектировать и анимировать двухкоординатный манипулятор (1). Осуществить управление двухкоординатным манипулятором (1), который захватывает заготовку (2) и переносит ее. Необходимо анимировать перемещение манипулятора по горизонтальной оси, перемещение захвата по вертикали и захват самой заготовки (2) осуществляя нажатия на соответствующие кнопки на пульте управления (3).

Экран оператора РС станции (Вариант 2)

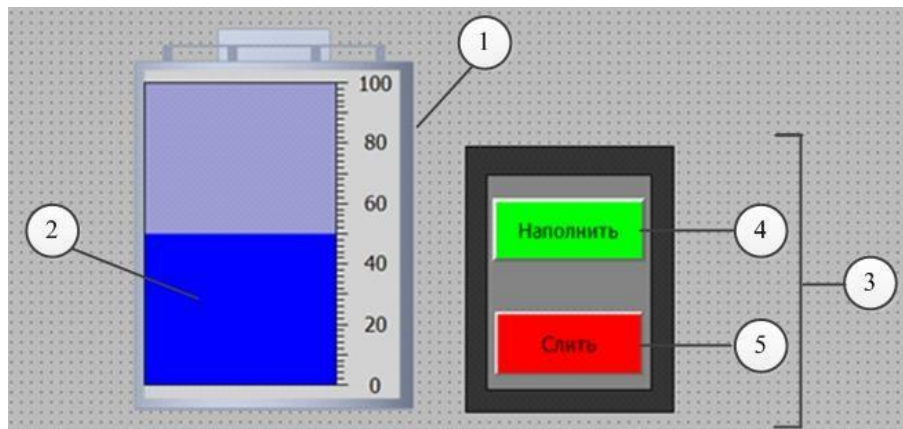


Вариант 3.

Для сценария «*Level Control*» спроектировать и анимировать наполнение бака (1) жидкостью (2). Управление объектом происходит с помощью элементов управления расположенных на пульте управления (3). Сигналы заполнения и слива на задвижки

подаются с пульта управления (3) кнопками «Наполнить» (4) и «Слить» (5), соответственно.

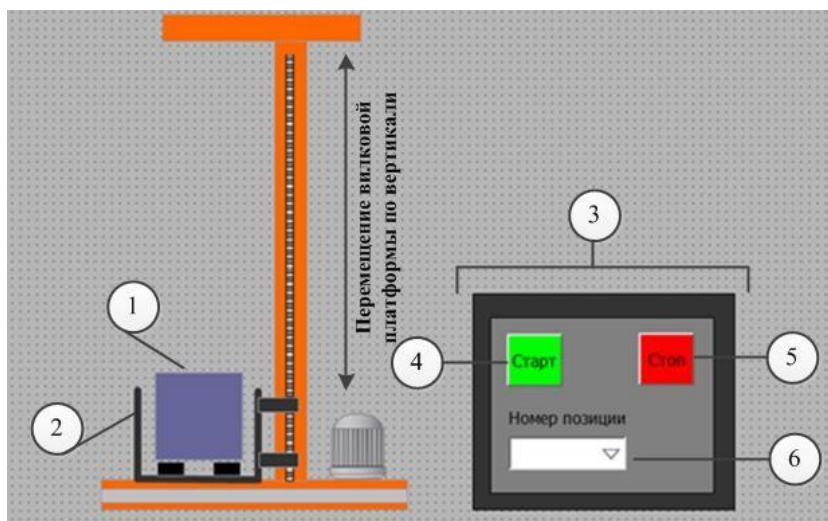
Экран оператора РС станции (Вариант 3)



Вариант 4.

Для сценария «Automated Warehouse» спроектировать и анимировать транспортировку ящиков (1) вилочной платформой (2) по вертикальной оси. Перемещение вилочной платформы (2) осуществляется по определенным позициям, в зависимости от того какая ячейка на складе заполняется. Управление объектом происходит с помощью элементов управления, расположенных на пульте управления (3). Для запуска участка в работу используется кнопка «Старт» (4), на пульте управления (3). Полная остановка работы осуществляется кнопкой «Стоп» (5), расположенной на пульте управления (3). Номер позиции ячейки задается также с пульта управления (3) в поле с выпадающим списком «Номер позиции» (6). Движение платформы (2) будет остановлено именно в этой позиции, которая указана в поле «Номер позиции» (6).

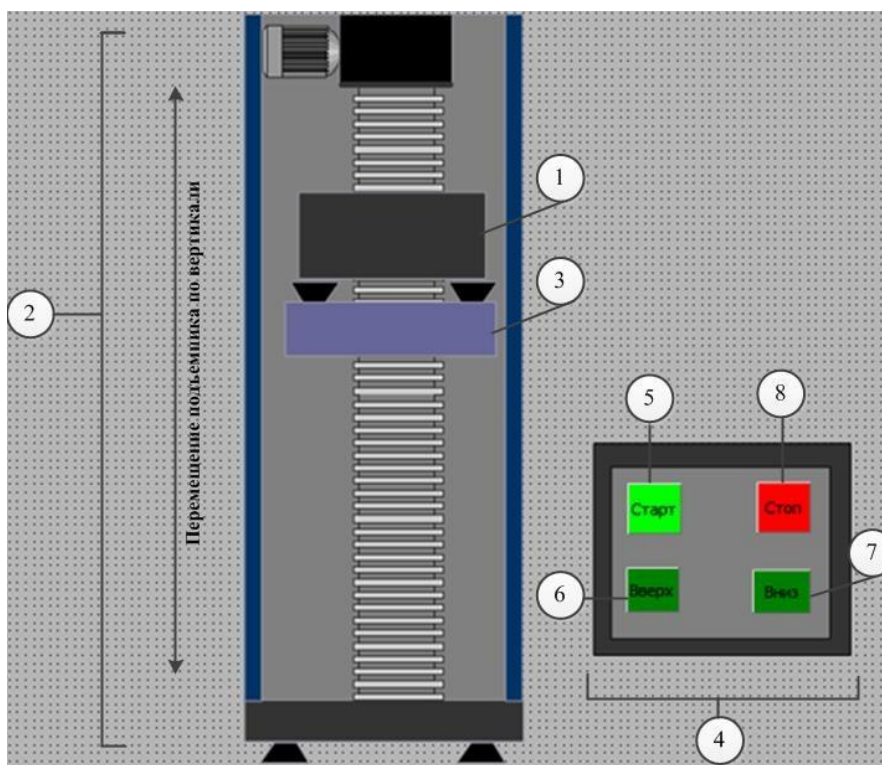
Экран оператора РС станции (Вариант 4)



Вариант 5.

Для сценария «*Elevator*» спроектировать и анимировать транспортировку ящика (1) лифтом (2). Подъемник доставляет груз (1) на разную высоту, передвигаясь по вертикали. Необходимо анимировать передвижение платформы (3) с установленным на нем грузом (1). Управление объектом происходит с помощью элементов управления, расположенных на панели управления (4). Для запуска участка в работу необходимо нажать кнопку «*Старт*» (5), движение вверх и вниз осуществляется соответствующими кнопками «*Вверх*» (6) и «*Вниз*» (7), полная или аварийная остановка работы участка, осуществляется нажатием на кнопку «*Стоп*» (8).

Экран оператора РС станции (Вариант 6)



Вариант 6

Для сценария «*Automated Warehouse*» спроектировать и анимировать транспортировку ящиков (1) вилочной платформой (2) по горизонтальной оси. Перемещение вилочной платформы (2) осуществляется по определенным позициям, в зависимости от того какая ячейка на складе освобождается. Управление объектом происходит с помощью элементов управления, расположенных на пульте управления (3). Для запуска участка в работу используется кнопка «*Старт*» (4), на пульте управления (3). Полная остановка работы осуществляется кнопкой «*Стоп*» (5), расположенной на пульте управления (3). Номер позиции ячейки задается также с пульта управления (3) в поле с выпадающим списком «*Номер позиции*» (6). Движение платформы (2) будет остановлено именно в этой позиции, которая указана в поле «*Номер позиции*» (6).

Экран оператора РС станции (Вариант 5)

