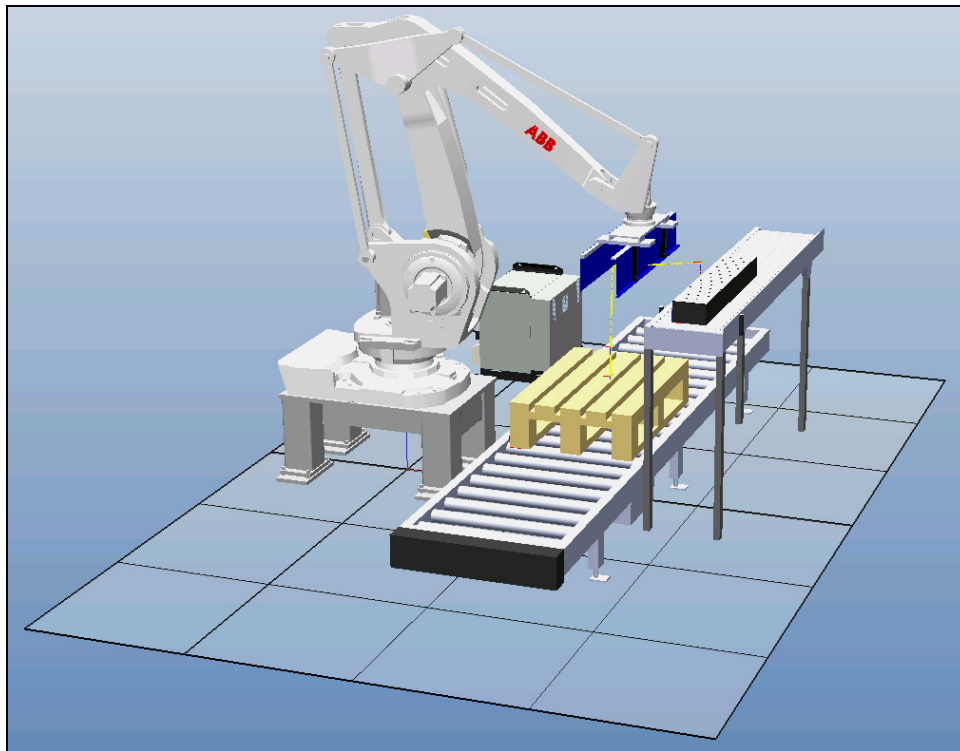


## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА N 7

### «Разработка модели роботизированного участка погрузки»

**Цель работы:** получение студентами базовых навыков работы в среде RobotStudio 5.12 в режиме Offline.



### Содержание

1. Теоретическая часть
2. Практическая часть
  - 2.1. Термины
  - 2.2. Начало работы
    - 2.2.1. Создание шаблонной системы
    - 2.2.2. Навигация в графическом меню с использованием мыши
  - 2.3. Управление роботом в ручном режиме
    - 2.3.1. Управление движением манипулятора по звеньям (Joint)
    - 2.3.2. Линейное перемещение системы координат инструмента (Tool)
    - 2.3.3. Вращение вокруг центра системы координат инструмента
  - 2.4. Загрузка библиотек и геометрии
  - 2.5. Создание инструмента
  - 2.6. Создание траекторий движения
    - 2.6.1. Создание системы координат WorkObject
    - 2.6.2. Создание целевых точек
    - 2.6.3. Создание траектории
    - 2.6.4. Редактирование траектории в Rapid Editor и моделирование движения
  - 2.7. Управление входными/выходными цифровыми сигналами
  - 2.8. Визуализация транспортировки
3. Задание для самостоятельной работы

### 1. Теоретическая часть

RobotStudio представляет собой *симуляционную* среду программирования роботов компании ABB. Она позволяет реализовать off-line программирование роботов с помощью технологии VRT (Virtual Robot Technology) без остановки производства. Эта технология использует так называемые

«виртуальные контроллеры» (VirtualController), которые представляют собой точную копию реального программного обеспечения робота, что позволяет создавать очень реалистичный режим симуляции.

## 2. Практическая часть

В лабораторной работе рассмотрены следующие аспекты работы с RobotStudio:

- создание шаблонной системы;
- управление роботом в ручном режиме;
- создание траекторий;
- управление входными/выходными сигналами контроллера;
- редактирование управляющей программы в Rapid Editor;
- загрузка геометрии и библиотек;
- создание инструмента для манипулятора.

Результатом выполнения лабораторной работы является *станция погрузки*: манипулятор перемещает груз с конвейера на паллету. При этом захватное устройство закрывается, когда нужно взять груз и открывается, когда нужно его отпустить.

### 2.1. Термины

*Станция* – модель 3-х мерного пространства со всеми объектами, которые расположены в этом пространстве.

Система *RobotWare* – ряд программных файлов, которые при загрузке в контроллер делает доступными все функции, конфигурации, данные и программы, управляющие системой робота.

*Виртуальный контроллер* – программное средство, которое эмулирует контроллер, чтобы позволить программе, управляющей роботом, работать на персональном компьютере.

### 2.2. Начало работы

Запускаем RobotStudio 5.12. Появляется сообщение, как на рис. 1.

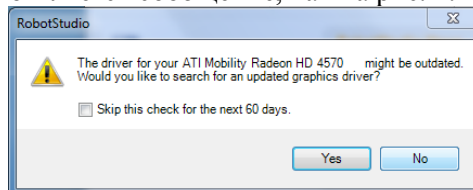


Рис. 1. Обновление графического драйвера

Нажимаем «No». Видим главное окно программы (рис. 2).

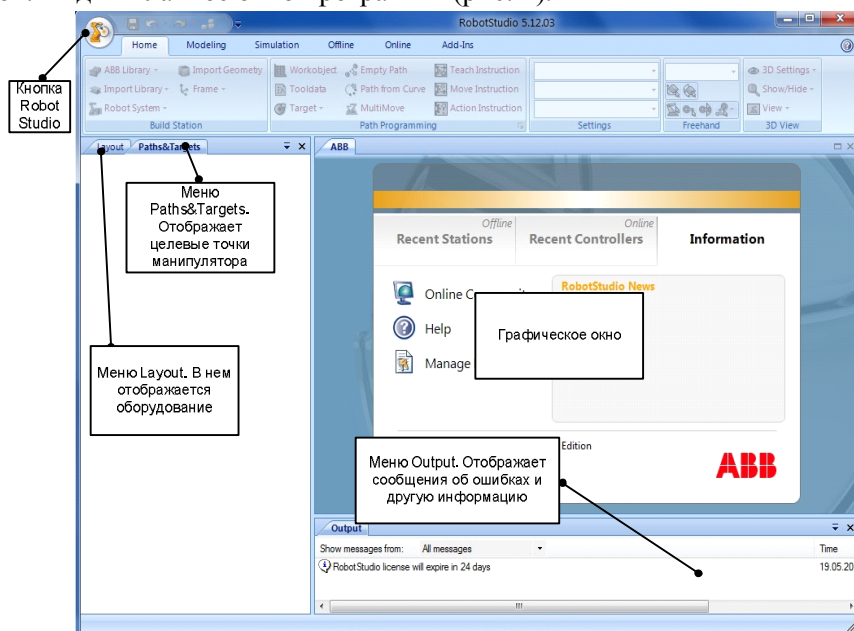


Рис. 2. Главное окно программы

### 2.2.1. Создание шаблонной системы

Нажимаем кнопку «RobotStudio» (см. рис. 2). Выбираем пункт New Station. Появляется окно, как на рисунке 3. В левой части должен быть выбран пункт Template System, справа выбираем систему IRB660\_250kg\_3.15m. Нажимаем «OK».

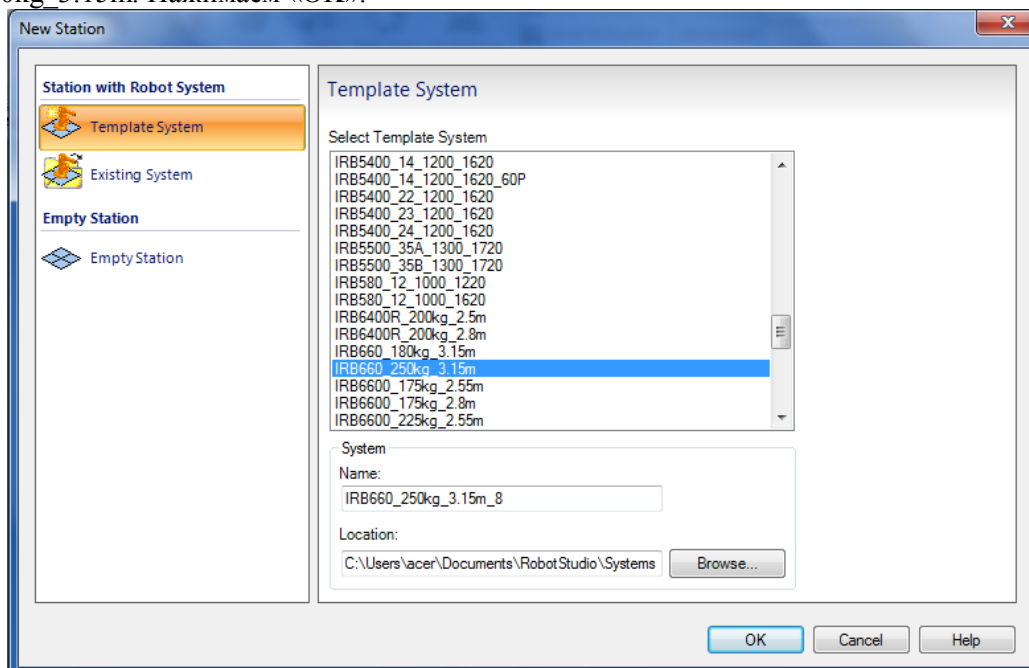


Рис. 3. Создание шаблонной системы




Какое-то время виртуальный контроллер грузится. К моменту окончания загрузки индикатор состояния виртуального контроллера в правом нижнем углу окна RobotStudio становится зеленым (рис. 4), а в окне Output отображается надпись следующего вида:

IRB660\_250kg\_3.15m\_8: Motors ON state 17.01.2011 19:19:04 Controllers

Controller status: 1/1

Рис. 4. Состояние контроллера

### 2.2.2. Навигация в графическом меню с использованием мыши

Действие	Комбинация клавиш	Описание
Выбор объекта		Щелкните по объекту, чтобы выбрать его. Нажмите SHIFT для выбора нескольких объектов.
Вращение вида	CTRL + SHIFT + 	Нажать CTRL + SHIFT + левая кнопка мыши, пока двигаете мышь для вращения вида. Если есть колесо прокрутки, можно вместо комбинации клавиш нажать левую кнопку мыши и колесо прокрутки.
Плоское перемещение	CTRL + 	Нажать CTRL + левая кнопка мыши, пока двигаете мышь для перемещения вида.
Масштабирование	CTRL + 	Нажмите CTRL + правая кнопка мыши, пока двигаете мышь для масштабирования вида. Если есть колесо прокрутки, можно масштабировать вид, вращая его или нажав колесо прокрутки и двигая мышью.

## 2.3. Управление роботом в ручном режиме

### 2.3.1. Управление движением манипулятора по звеньям (Joint)

На вкладке Home в группе команд Freehand нажимаем кнопку «Jog Joint» (рис. 5).



Рис. 5. Кнопка Jog Joint

После этого щелкаем в графическом окне по звену, которое будем перемещать. Оно выделяется красным цветом. После этого двигая мышью, мы управляем перемещением звена (рис. 6).

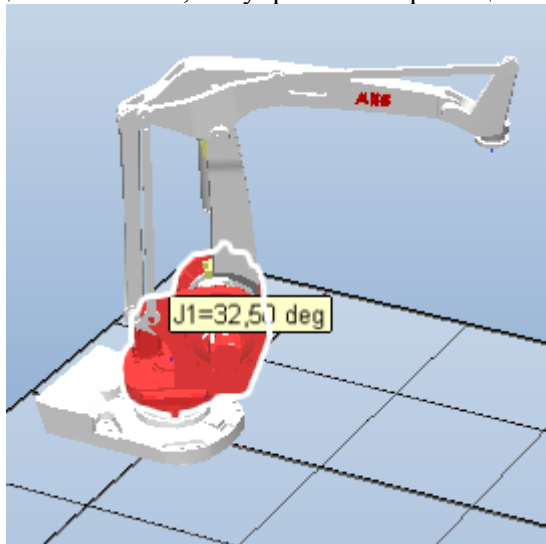


Рис. 6. Перемещение звена манипулятора

### 2.3.2. Линейное перемещение системы координат инструмента (Tool)

На вкладке Home в группе команд Freehand нажимаем кнопку «Jog Linear» (рис. 7).



Рис. 7. Кнопка Jog Linear

В меню Layout выделяем узел манипулятора (рис. 8). В графическом окне появляются стрелки, двигая которые мышью, мы перемещаем манипулятор (рис. 9).

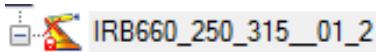


Рис. 8. Узел меню Layout «Манипулятор»

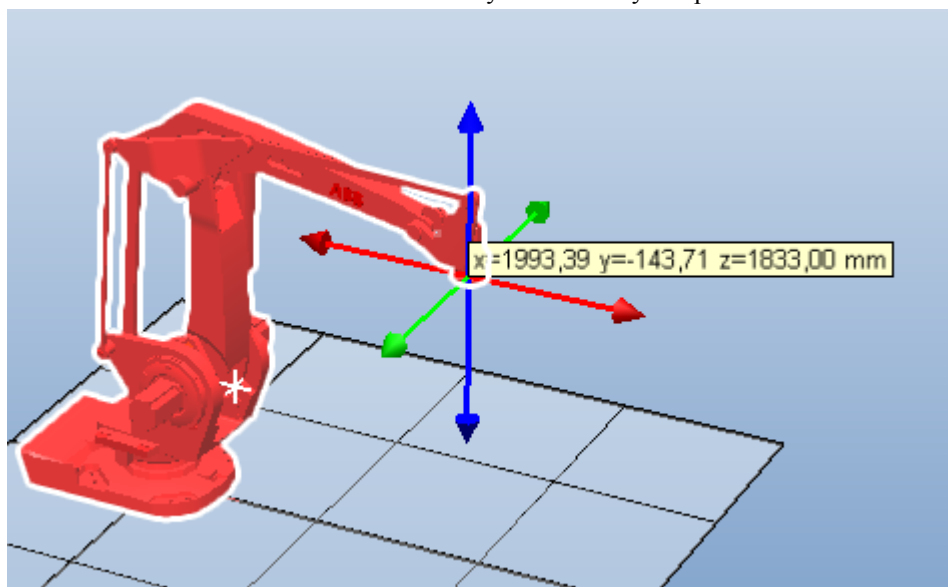


Рис. 9. Линейное движение схвата/инструмента

### 2.3.3. Вращение вокруг центра системы координат инструмента

На вкладке Home в группе команд Freehand нажимаем кнопку «Jog Reorient» (рис. 10).



Рис. 10. Кнопка Jog Reorient

В меню Layout выделяем узел манипулятора (рис. 8). В графическом окне появляются круговые стрелки, двигая которые мышью, мы перемещаем манипулятор (рис. 11). Однако для данного манипулятора возможно вращение только вокруг оси z системы координат инструмента. При этом двигается фланец манипулятора. Вращение вокруг других осей возможно для 6-степенных манипуляторов.

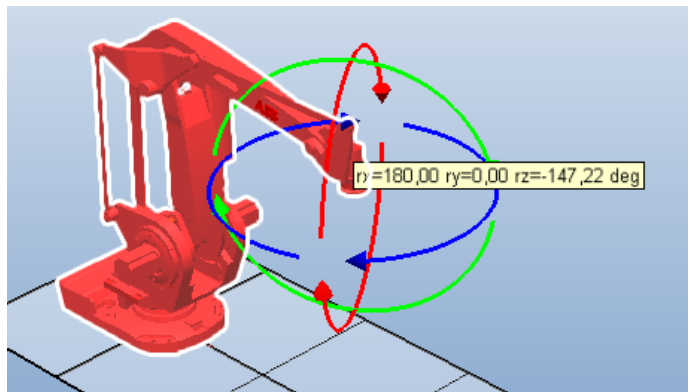


Рис. 11. Вращение вокруг центра системы координат инструмента.

Теперь вернем манипулятор в исходное положение. Для этого выделяем в меню Layout узел манипулятора, в контекстном меню нажимаем «Jump Home».

### 2.4. Загрузка библиотек и геометрии

Объекты, которые вы импортируете в станцию, могут быть либо геометрией, либо библиотекой. Геометрия при импортировании копируется в станцию RobotStudio. Когда вы импортируете библиотеку, создается связь между библиотечным файлом и станцией. К тому же, библиотечный файл может содержать RobotStudio-специализированную информацию. Например, если инструмент сохранен как библиотека, то tooldata сохраняется вместе с геометрической информацией.

Набор стандартных библиотек доступен сразу при установке RobotStudio. Кроме того, пользователь может создавать свои библиотеки.

Загрузим библиотеки конвейеров (не из числа стандартных). Для этого нажимаем верхнюю часть кнопки «Import Library» (рис. 12).



Рис. 12. Кнопка Import Library.

Появляется окошко загрузки библиотеки. В нем выбираем файл лаба\_1\библиотеки\conv\_box\_top (рис. 13). Нажимаем «Открыть».

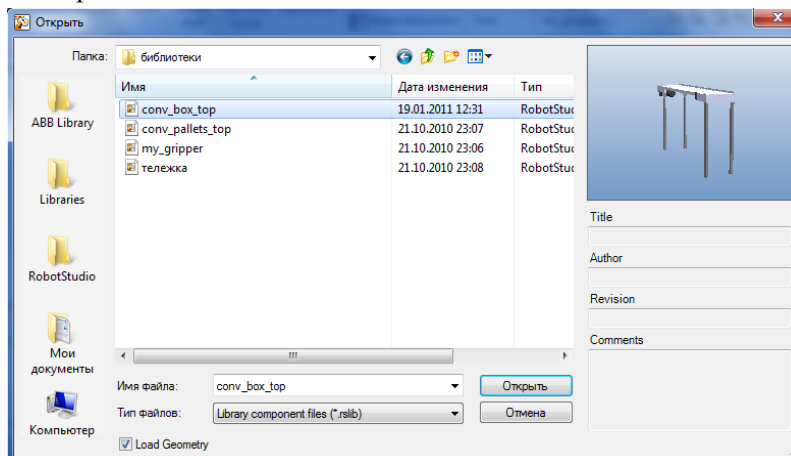


Рис. 13. Загрузка конвейера

Конвейер появляется в графическом окне. Аналогично загружаем conv\_pallets\_top.

Загрузим стандартный библиотечный файл контроллера. Для этого нажимаем нижнюю часть кнопки «Import Library» и выбираем IRC Control-Module (рис. 14).



Рис. 14. Загрузка контроллера

Разместим контроллер в пространстве станции. Для вращения нажимаем кнопку «Rotate» группы команд Freehand на вкладке Home (рис. 15).



Рис. 15. Кнопка Rotate

Для линейного перемещения используем кнопку «Move» группы команд Freehand на вкладке Home (рис. 16).



Рис. 16. Кнопка Move

Теперь загрузим несколько файлов геометрии. Нажимаем кнопку «Import Geometry» (рис. 17).



Рис. 17. Кнопка Import Geometry.

Открываем лаба\_1\геометрия\Стол (это пьедестал для робота). Нужно расположить его в пространстве. Выбираем в меню Layout узел Стол и в контекстном меню щелкаем «Set Position». В появившемся окошке вводим следующие данные (рис. 18).

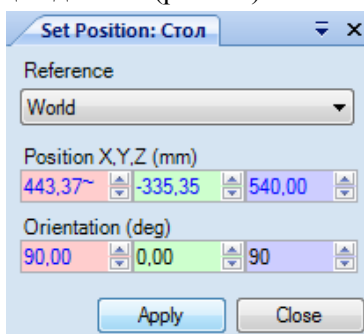


Рис. 18. Окно Set Position.

Нажимаем «Apply». Стол перемещается. Нажимаем «Close».

Теперь переместим манипулятор и его систему координат. Для этого выбираем в верхней части окна программы вкладку Offline и нажимаем кнопку «System Configuration» (рис. 19).

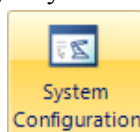


Рис. 19. Кнопка System Configuration.

В появившемся окошке слева выделяем узел ROB\_1, а справа вводим данные, как на рис. 20.

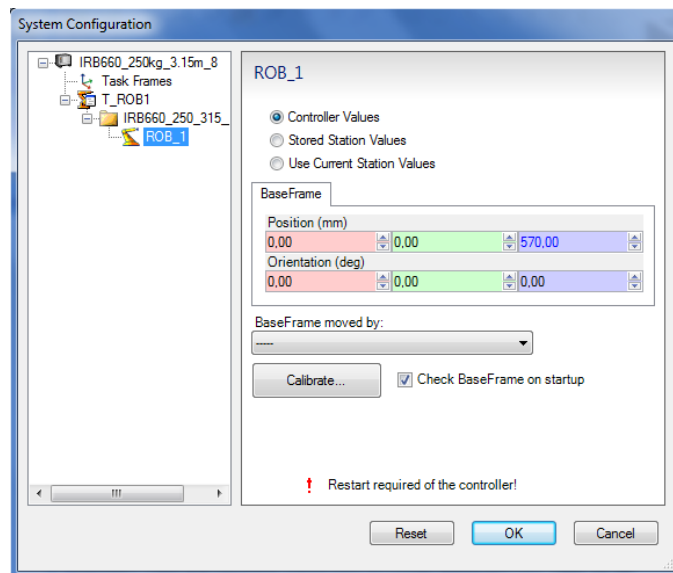


Рис. 20. Смещение системы координат манипулятора.

Нажимаем «ОК». Появляется окошко (рис. 21). Нажимаем «Да».

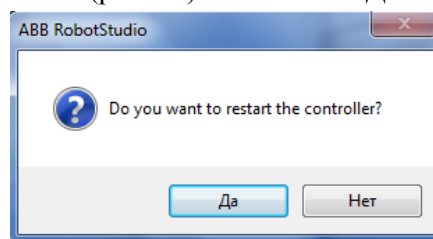


Рис. 21. Перезапуск контроллера

Во время перезапуска контроллера появляется еще одно окно (рис. 22). Нажимаем «Yes».

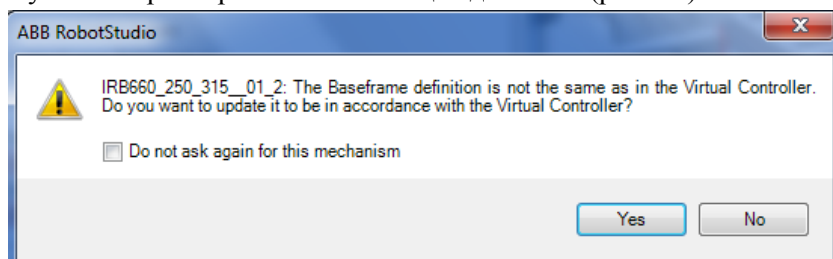


Рис. 22. Перемещение манипулятора

В графической части окна видим, что манипулятор переместился на пьедестал. Создадим объект «груз». На вкладке Modeling в меню Solid выбираем объект Box. Габаритные размеры:

Length: 210

Width: 1000

Height: 200

Выбираем узел «Груз» в меню Layout, в контекстном меню выбираем Set Position. Вводим данные, как на рис. 23.



Рис. 23. Окно Set Position

Нажимаем Apply и Close. В графической части окна видим, что груз переместился на конвейер.

Загружаем графический файл pallet. Располагаем паллету в пространстве с помощью опции Set Position (рис. 24).

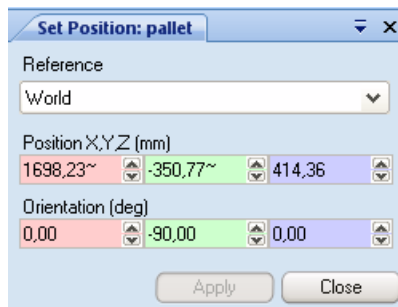


Рис. 24. Окно Set Position

## 2.5. Создание инструмента

Загружаем файлы геометрии tool\_part1 и tool\_part2. Перемещаем tool\_part2 с помощью опции Set Position (рис. 25).

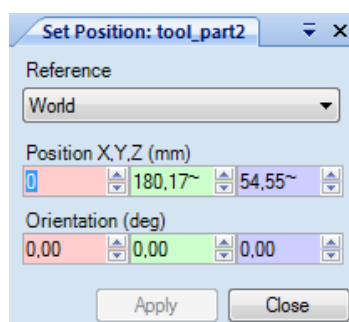


Рис. 25. Окно Set Position.

В верхней части окна программы выбираем вкладку Modeling и нажимаем кнопку «Create Mechanism» (рис. 26).



Рис. 26. Кнопка Create Mechanism.

Появляется окошко. Вводим данные, как на рис. 27.

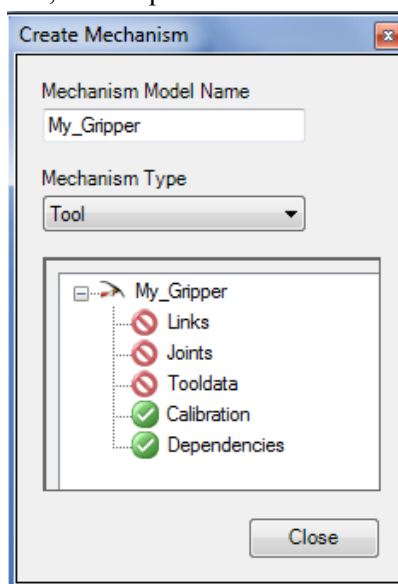


Рис. 27. Окно Create Mechanism.

Выделяем узел Links, в контекстном меню щелкаем Add link. Появляется окошко, как на рис. 28.



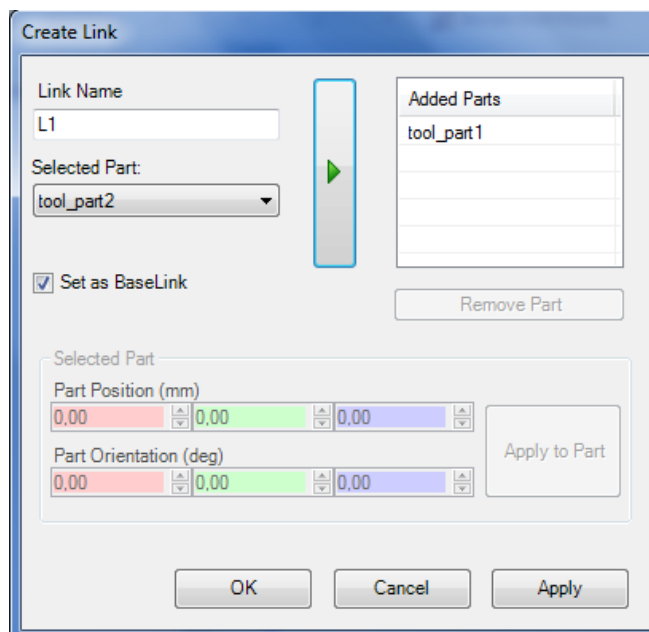


Рис. 28. Окно Create Link.

В поле Selected Part выбираем tool\_part1, ставим галочку напротив Set as BaseLink. Нажимаем кнопку со стрелкой, после этого tool\_part1 появляется в поле справа. Нажимаем Apply. Появляется новое окошко создания звена. В нем выбираем Selected Part tool\_part2, нажимаем на кнопку со стрелкой. Звено tool\_part2 появляется в правом поле. Нажимаем «ОК».

Выбираем узел Joints. В контекстном меню жмем «Add Joint». В появившемся окошке вводим данные, как на рис. 29.

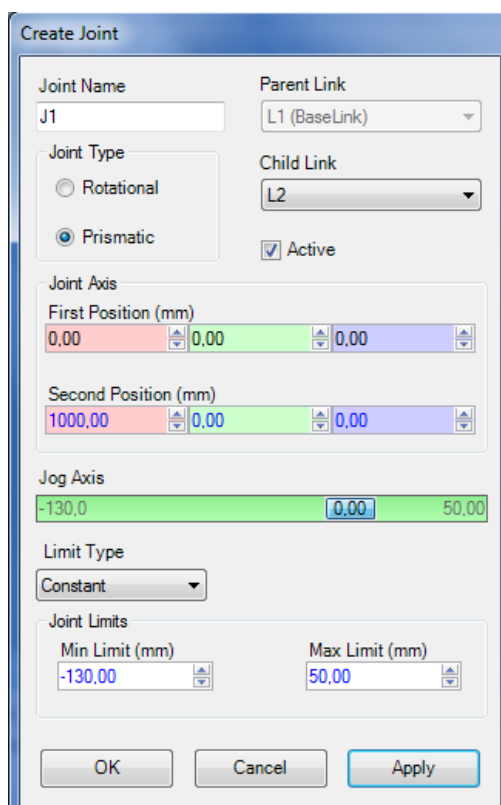


Рис. 29. Окно Create Joint

Нажимаем «ОК».

Выбираем узел Tooldata, в контекстном меню щелкаем «Add tooldata». В появившемся окошке вводим данные, как на рис. 30.

**Create Tooldata**

Tooldata name:  
My\_Gripper\_1

Belongs to Link:  
L1 (BaseLink)

Position (mm)  
178.00~ 0.00~ 299.00~

Orientation (deg)  
0 0.00 0.00

☐ Select values from Target/Frame  
<Select Frame>

☐ Set as Kinematic BaseFrame

**Tooldata**

Mass (kg)  
2.50

Center of Gravity (mm)  
0.00 0.00 100.00

Moment of Inertia Ix, Iy, Iz (kgm²)  
0.00 0.00 0.00

OK Cancel

Рис. 30. Окно Create Tooldata

Нажимаем «OK».

Нажимаем кнопку «Compile Mechanism» в нижней части окна Create Mechanism (рис. 31).

**Create Mechanism**

Mechanism Model Name  
My\_Gripper

Mechanism Type  
Tool

My\_Gripper

- Links
  - L1 (BaseLink)
  - tool\_part1
  - L2
  - tool\_part2
- Joints
  - J1
    - L1 (Parent link)
    - L2 (Child link)
- Tooldata
  - My\_Gripper\_1
    - L1
- Calibration
- Dependencies

Compile Mechanism

Close

Рис. 31. Окно Create Mechanism

Под окошком Poses нажимаем кнопку «Add». В появившемся окошке вводим данные, как на рис. 32. Нажимаем «OK».

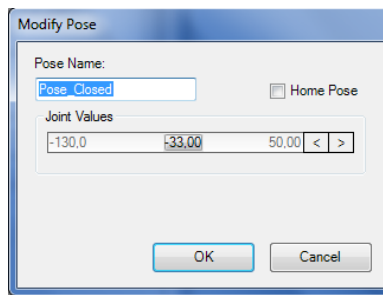


Рис. 32. Создание позиции механизма

Добавим еще одно положение (рис. 33).

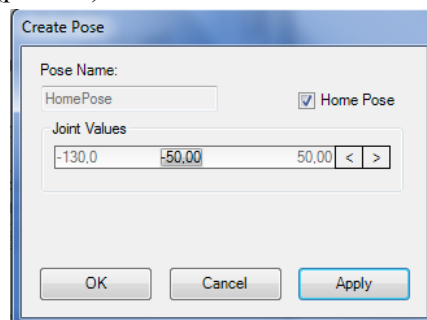


Рис. 33. Создание позиции механизма

Нажмем «OK».

Нажимаем «Set Transmission Time» (рис. 34).

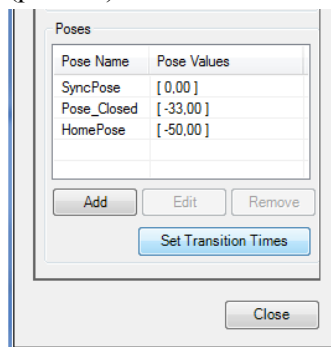


Рис. 34. Кнопка Set Transmission Time

Вводим данные в появившемся окошке, как на рис. 35.

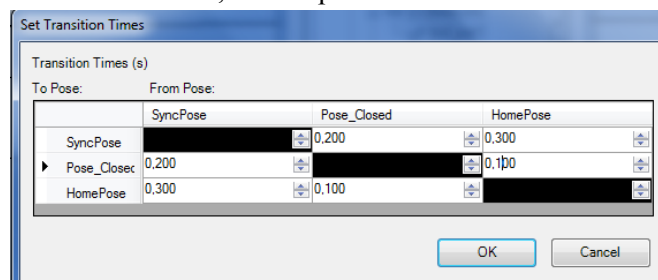


Рис. 35. Окно Set Transmission Time

Нажимаем «OK».

В окне Create Mechanism жмем «Close». В появившемся окошке жмем «Да» (рис. 36).

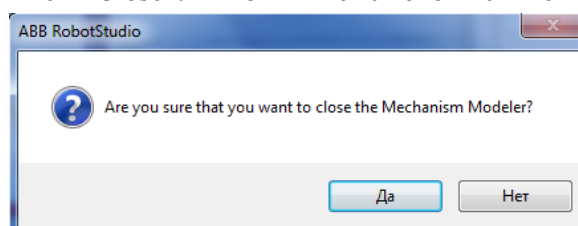


Рис. 36. Close Mechanism Modeler

Видим, что в меню Layout появился узел My\_Gripper.

Прикрепляем схват к роботу. Выбираем этот узел, в контекстном меню выбираем Attach to, в открывшемся списке жмем «IRB660\_250\_314...» (рис. 37).

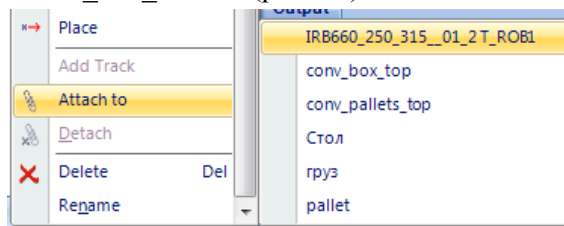


Рис. 37. Опция Attach to

Появляется окошко (рис. 38).

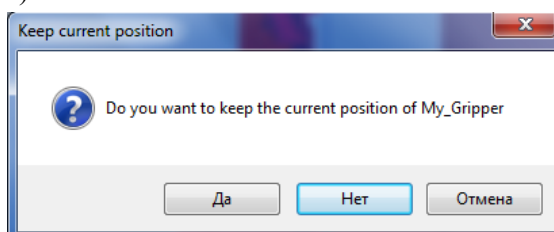


Рис. 38. Сохранение прежнего положения

Жмем «Нет». В графическом окне видим, что схват переместился на фланец манипулятора.

## 2.6. Создание траекторий движения

### 2.6.1. Создание системы координат WorkObject

Сначала создадим специальные системы координат, относительно которых будут заданы целевые точки. В RobotStudio такая система координат называется WorkObject.

Для этого на вкладке Home нажимаем кнопку «WorkObject» (рис. 39).



Рис. 39. Кнопка WorkObject

В появившемся окошке в поле Name вводим Wobj\_box (рис. 40).

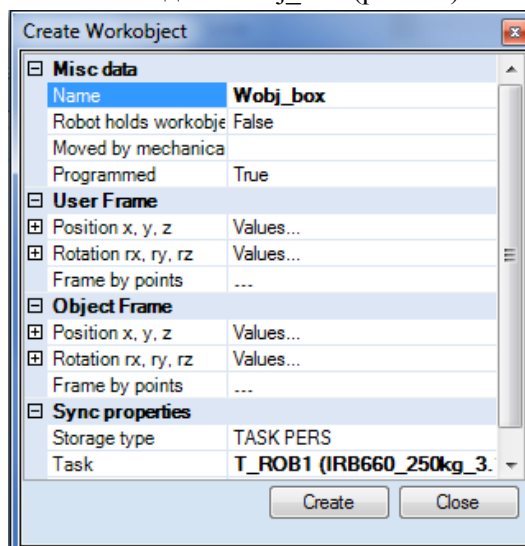


Рис. 40. Окно Create Workobject

Повернем станцию в графическом окне так, чтобы ее конвейер был ориентирован также как на рис. 41.

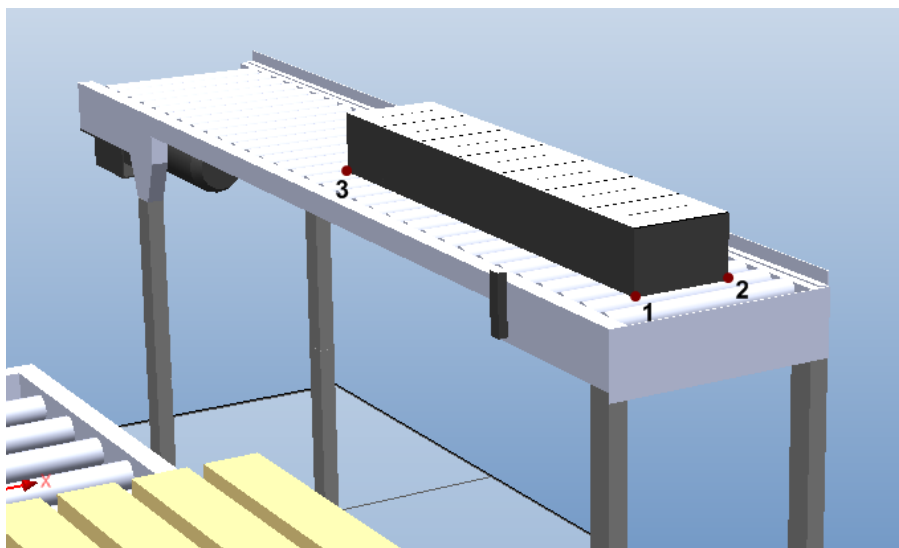


Рис. 41. Вид станции для задания Workobject

Включаем привязку к конечным точкам. Для этого нажимаем кнопку «Snap End» в верхней части графического окна (рис. 42).



Рис. 42. Кнопка Snap End

Далее в разделе User Frame в окне Create Workobject выбираем пункт Frame by points и нажимаем на стрелку справа от него. Появится окошко ввода координат (рис. 43).

<input type="radio"/> Position	<input checked="" type="radio"/> Three-point
First point on X axis (mm)	
1935.23	-377.27 1320.60
Second point on X axis (mm)	
1000	0.00 0.00
Point on Y axis (mm)	
0.00	1000.00 0.00
<input type="button" value="Accept"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

Рис. 43. Окно ввода координат точек для Workobject

Выбираем опцию Three-point. Затем щелкаем в поле ввода координат первой точки, с помощью привязки наводим курсор на точку 1 рис. 41 и щелкаем по ней. В полях, соответствующих первой точке, появляются значения координат. Аналогично вводим координаты для второй и третьей точек. Нажимаем «Assept». В окне Create WorkObject нажимаем «Create».

Аналогично создаем WorkObject с названием Wobj\_pallet на основе точек, показанных на рис. 44.

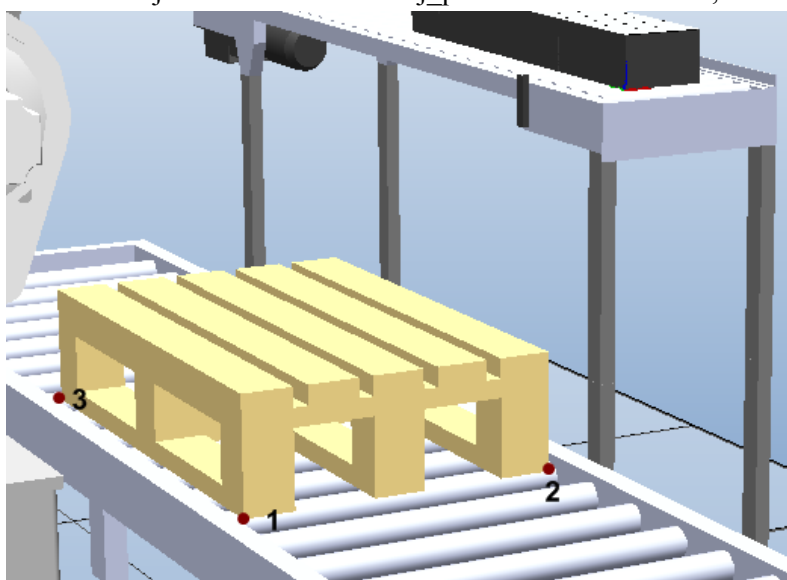


Рис. 44. Вид станции для задания Workobject

## 2.6.2. Создание целевых точек

Теперь займемся созданием целевых точек траектории. Точки будем задавать путем введения их координат, а также обучением.

Нажмем кнопку «Target» вкладки Home, выберем пункт Create Target... (рис. 45).

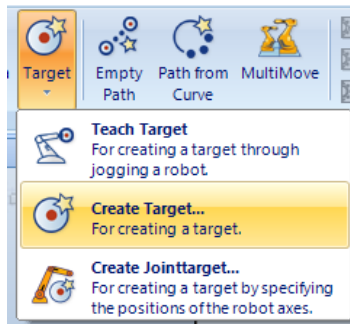


Рис. 45. Кнопка Create Target

Появляется окно ввода данных (рис. 46). Заполняем графы Position и Orientation, выбираем WorkObject Wobj\_box. Нажимаем кнопку «Add», а затем «Create».

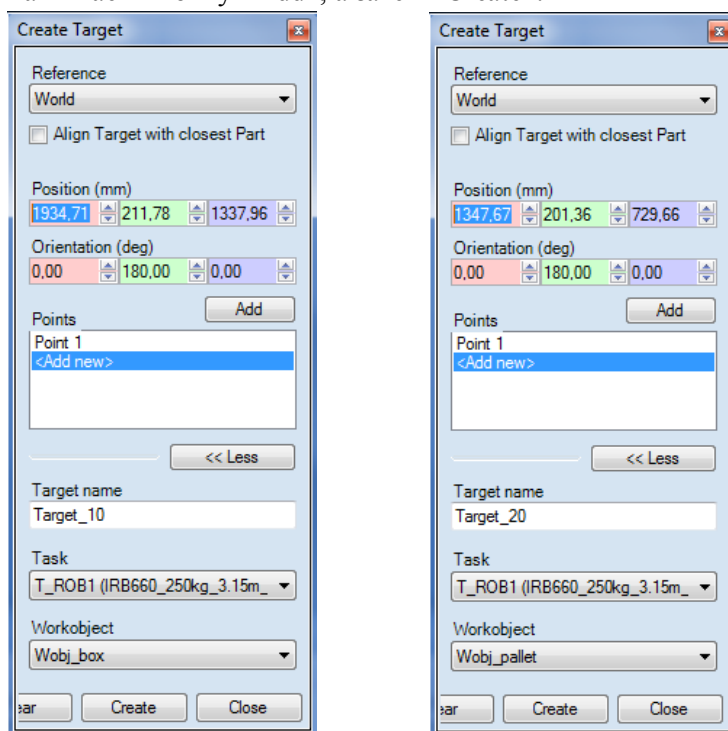


Рис. 46-47. Окно Create Target

Создадим еще одну целевую точку с данными, как на рис. 47.

Теперь закроем окно Create Target. Откроем меню Paths&Targets (рис. 48).

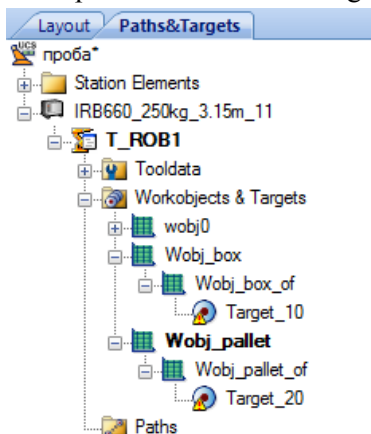


Рис. 48. Меню Paths&Targets

Точку, принадлежащую Wobj\_box, переименуем в take\_box, а точку, принадлежащую Wobj\_pallet – в put\_box.

Выберем точку put\_box в меню Paths&Targets. В контекстном меню щелкнем «Jump To Target». Появится окно, как на рис. 49. Выбираем Cfg 1 (0,0,0,0) и нажимаем «Apply». В графическом окне видим, что манипулятор переместился в точку put\_box. Повторяем все то же самое для точки take\_box.

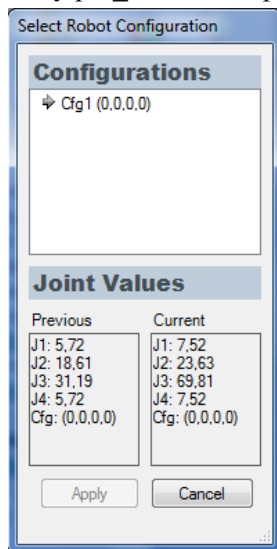


Рис. 49. Окно Select Robot Configuration

Теперь создадим пару точек со смещением вверх относительно take\_box и put\_box. Для этого скопируем точку take\_box, выделим узел Wobj\_box\_of и в контекстном меню выберем пункт Paste. Появится новая точка с названием take\_box\_2. Переименуем ее в take\_box\_offset. Выделим точку take\_box\_offset и в контекстном меню выберем пункт Modify Target -> Set Position. В появившемся окошке введем данные, как на рис. 50.

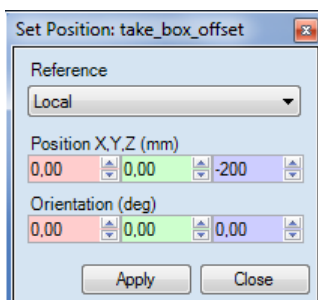


Рис. 50. Окно Set Position

Нажимаем «Apply».

Аналогично создадим put\_box\_offset.

Теперь добавим промежуточную точку между позициями put\_box\_offset и take\_box\_offset с тем расчетом, чтобы манипулятор не сталкивался с конвейером. В этой же точке манипулятор будет останавливаться в конце траектории.

На вкладке Home в разделе Settings поменяем систему координат Workobject на wobj0 (рис. 51).

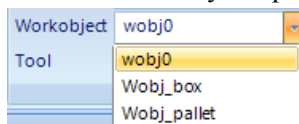


Рис. 51. Смена системы координат

Выведем манипулятор в нужную точку вручную, как описано в пункте 3. Затем нажмем кнопку «Target» и выберем пункт Teach Target (рис. 52).

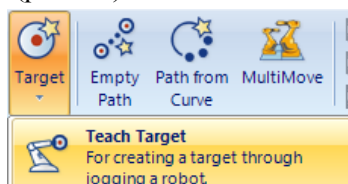


Рис. 52. Кнопка Teach Target

Переименуем точку в Home\_position.

### 2.6.3. Создание траектории

Нажимаем кнопку «Empty Path» (рис. 53).



Рис. 53. Кнопка Empty Path

При этом в меню Paths&Targets в разделе Path появляется пустая траектория Path\_10. Добавим в траекторию Path\_10 целевые точки. Для этого выделяем в меню Paths&Targets целевую точку Home\_position. В контекстном меню нажимаем Add to path -> Path\_10 -> <First> (рис. 54).

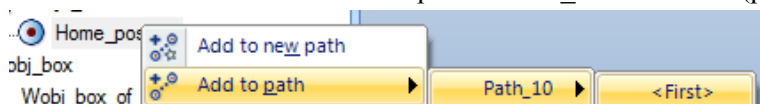


Рис. 54. Добавление точки в траекторию

Точка добавляется в траекторию.

Добавляем в траекторию другие точки в последовательности, как на рис. 55.

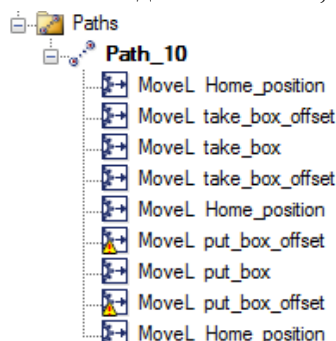


Рис. 55. Полученная траектория

### 2.6.4. Редактирование траектории в Rapid Editor и моделирование движения

Выделяем Path\_10, в контекстном меню нажимаем Synchronize to VC... Появляется окошко (рис. 56). Жмем «ОК».

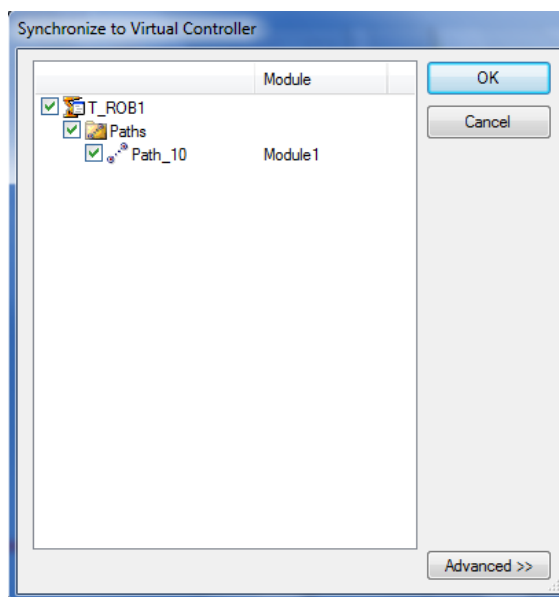


Рис. 56. Окно Synchronize to Virtual Controller

При этом может появиться сообщение следующего вида (глюк):

«Unknown Error: Synchronize to Virtual Controller 22.01.2011 22:12:10 General»

Если это произошло, нужно на вкладке Offline нажать кнопку «Reststart» и выбрать пункт Warmstart (рис. 57).



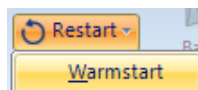


Рис. 57. Перезапуск контроллера

Виртуальный контроллер перезагрузится, после этого нужно повторить попытку синхронизации.

Чтобы открыть автоматически созданную программу, нужно выбрать вкладку Offline, в окне Offline выделить узел Module1 (рис. 58) и нажать кнопку «Rapid Editor» (рис. 59).

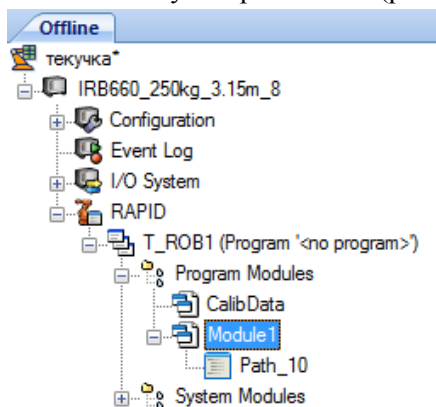


Рис. 58. Окно Offline.

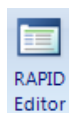


Рис. 59. Кнопка Rapid Editor

Произведем следующие изменения.

- Для первой и последней точек траектории заменим команду MoveL на MoveJ. Это означает, что манипулятор будет перемещаться в эти точки не по прямой, а так, чтобы движение всех его звеньев было минимальным.
- В точках take\_box и put\_box заменим z100 на fine. Это значит, что манипулятор должен прийти в эти точки точно.

Нажмем кнопку «Apply Changes», которая расположена на панели над текстом программы (рис. 60).



Рис. 60. Кнопка Apply Changes

В окне Output должно появиться сообщение об отсутствии ошибок.

Закроем пока Rapid Editor. Выбираем вкладку Simulation, нажимаем кнопку «Simulation Setup» (рис. 61).

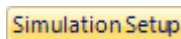


Рис. 61. Кнопка Simulation Setup.

Появляется окно (рис. 62). В списке Available Procedures выделяем траекторию Path\_10 и нажимаем на стрелку. После этого жмем «ОК».

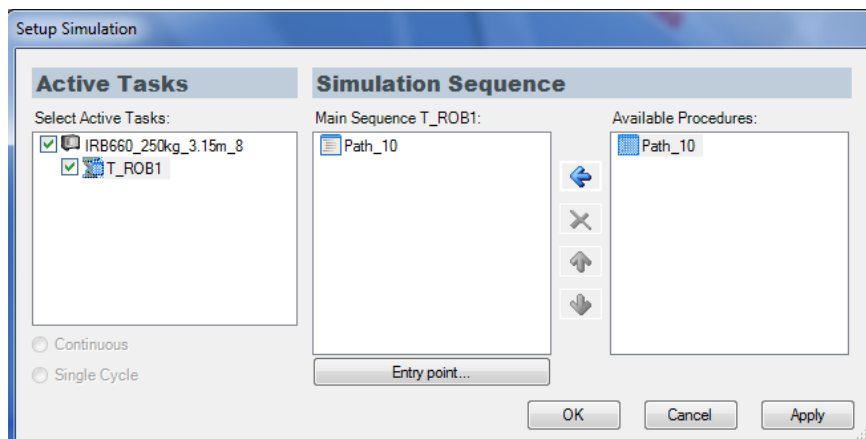


Рис. 62. Окно Setup Simulation

Теперь программа, управляющая движением манипулятора вдоль заданной траектории, создана. Промоделируем движение. Для этого в графическом окне нажмем кнопку «Play» (рис. 63).



Рис. 63. Кнопка Play

В графическом окне видим, как манипулятор перемещается вдоль траектории.

## 2.7. Управление входными/выходными цифровыми сигналами

С помощью цифровых сигналов в данной лабораторной работе мы будем управлять состоянием захватного устройства.

Создадим 2 сигнала. Когда импульс будет приходить на один из сигналов, схват будет открываться, когда на другой – закрываться.

Откроем вкладку Offline, в меню Offline выделим узел контроллера (рис. 64).

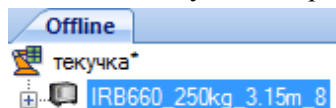


Рис. 64. Узел контроллера

Нажмем кнопку «Configuration Editor» (рис. 65).

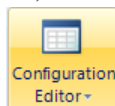


Рис. 65. Кнопка Configuration Editor

Выберем пункт I/O. Появляется окошко (рис. 66), в нем в колонке Type name выбираем Signal. Затем щелкаем правой кнопкой мыши в правой части окна, в контекстном меню выбираем Add Signal.

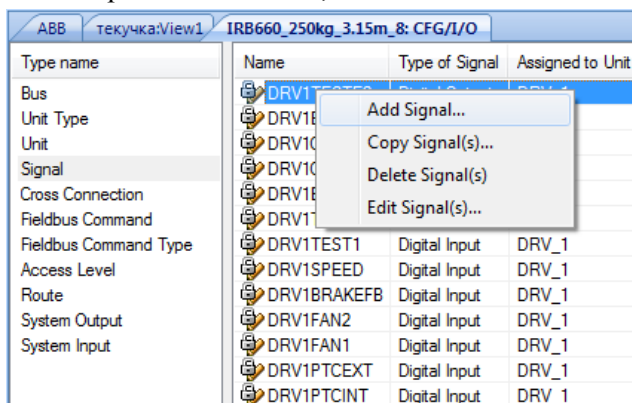


Рис. 66. Сигналы

Появляется окно Edit Signal (рис. 67).

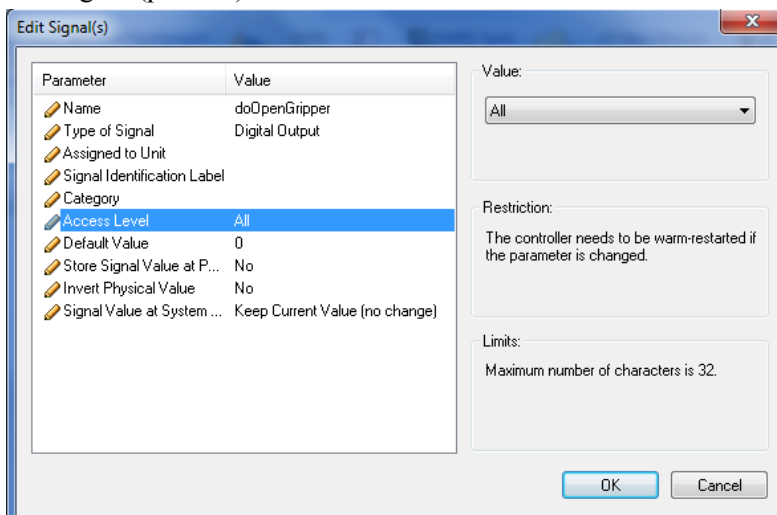


Рис. 67. Окно Edit Signal

Заполняем таблицу следующим образом:

Name	doOpenGripper
Type of Signal	Digital Output
Access Level	All

Нажимаем «ОК». Аналогично создаем сигнал doCloseGripper.

Перезапускаем контроллер (Restart -> Warmstart).

Связываем сигнал с событием (открытие или закрытие схвата). Открываем вкладку Simulation, нажимаем кнопку «Event Manager» (рис. 68).

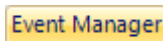


Рис. 68. Кнопка Event Manager

В появившемся окошке нажимаем кнопку «Add». Появляется окно Choose Trig Type and Activation (рис. 69). Ничего в нем не меняем, нажимаем «Next».

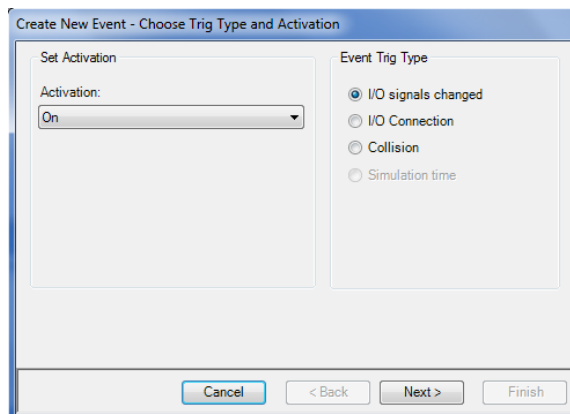


Рис. 69. Окно Choose Trig Type and Activation

В левой части окна I/O Signal Trigger (рис. 70) выбираем сигнал doOpenGripper, проверяем, что в правой части окна точка стоит напротив пункта Signal is true ('1'). Нажимаем «Next».

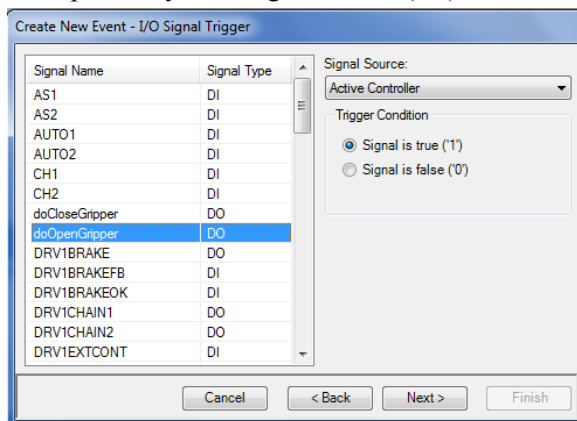


Рис. 70. Окно I/O Signal Trigger

В окне Choose Action Type (рис. 71) выбираем пункт Move Mechanism to Pose. Нажимаем «Next».

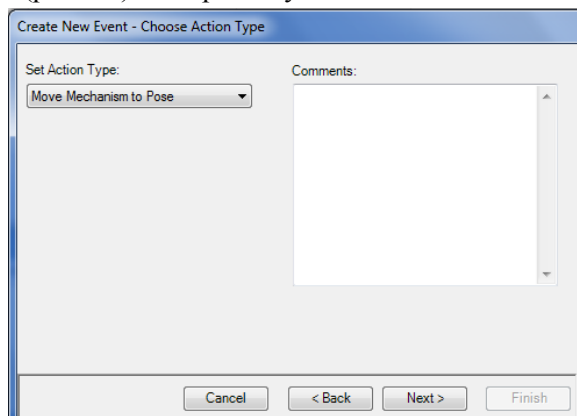


Рис. 71. Окно Choose Action Type

В окне Move Mechanism to Pose (рис.72) выбираем:

Mechanism	My_Gripper
Pose	HomePose

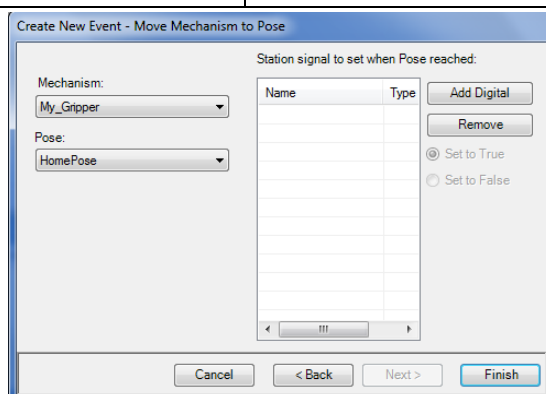


Рис. 72. Окно Mechanism to Pose

Нажимаем «Finish».

Повторяем то же для сигнала doCloseGripper с единственным отличием: в последнем окне выбираем не Home Pose, а Pose Closed.

Выбираем вкладку Simulation, нажимаем кнопку «I/O Simulator» (рис. 73).

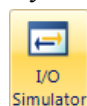


Рис. 73. Кнопка I/O Simulator

Появляется окно, как на рис. 74.

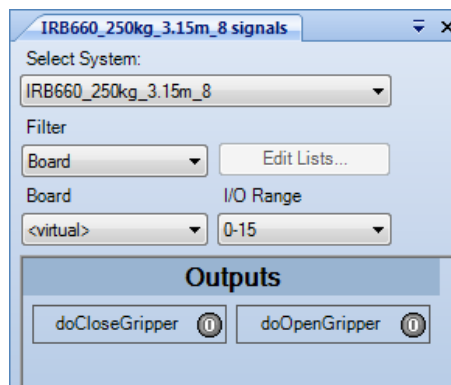


Рис. 74. Симулятор сигналов

Проверим работу сигналов: при изменении doCloseGripper с «0» на «1» захватное устройство закрывается, при изменении сигнала doOpenGripper с «0» на «1» захватное устройство открывается.

## 2.8. Визуализация транспортировки

Теперь необходимо создать визуализацию захвата груза схватом для их совместного перемещения по траектории. Для этого задаем два управляющих сигнала:

Attach (для прикрепления груза от схвата) и Detach (для отделения груза от схвата).

Сигналы создадим в меню Configuration Editor аналогично тому, как были созданы сигналы doCloseGripper и doOpenGripper (рис.66-67).

Заполняем таблицу следующим образом:

Name	Attach
Type of Signal	Digital Output
Access Level	All

Name	Detach
Type of Signal	Digital Output
Access Level	All

Необходимо создать объект, который будет находиться на схвате и контактировать с грузом (физическая интерпретация: полоска из резины для увеличения коэффициента трения между схватом и грузом).

На вкладке Modeling в меню Surface выбираем объект Surface Rectangle.

Габаритные размеры и ориентацию объекта вводим как показано на рис. 75.

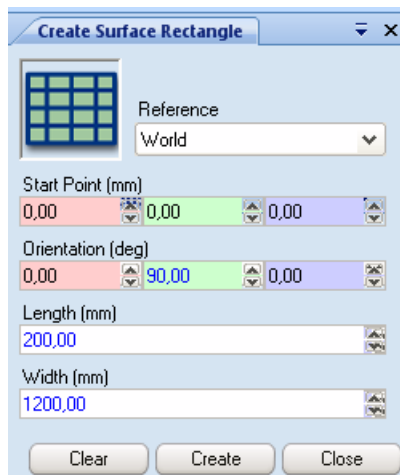


Рис. 75. Окно установки размеров объекта

Назовем созданный объект «Attacher» и переместим его на захватное устройство.

Установим робот в исходное положение, нажав «Jump Home» (раздел 3).

Свяжем положение объекта Attacher и захвата.

Выбираем узел Attacher в меню Layout, в контекстном меню выбираем AttachTo – IRB\_660\_250\_315.

Установим положение объекта Attacher. Выбираем узел Attacher в меню Layout, в контекстном меню выбираем Set Position. Вводим данные, как на рис. 76.



Рис. 76. Окно установки положения объекта

Объект перемещается на внутреннюю поверхность неподвижной части схвата.

Связываем сигнал с событием. Открываем вкладку Simulation, нажимаем кнопку «Event Manager» (рис.68)

В появившемся окошке нажимаем кнопку «Add». Появляется окно Choose Trig Type and Activation (рис.69). Ничего в нем не меняем, нажимаем «Next».

В левой части окна I/O Signal Trigger выбираем сигнал Attach, проверяем, что в правой части окна точка стоит напротив пункта Signal is true ('1'). Нажимаем «Next».

В окне Choose Action Type (рис. 77) выбираем пункт Attach Object. Нажимаем «Next».

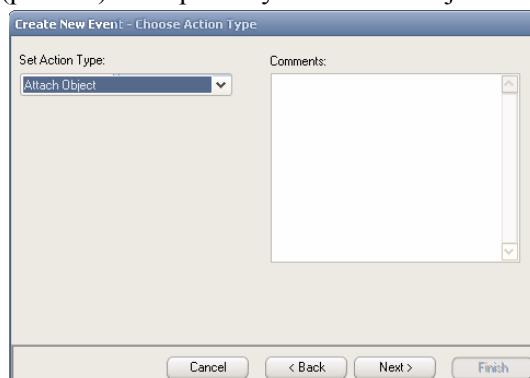


Рис.77. Окно выбора объекта

Выбираем объект, который надо прикрепить и объект, к которому происходит прикрепление (рис. 78).

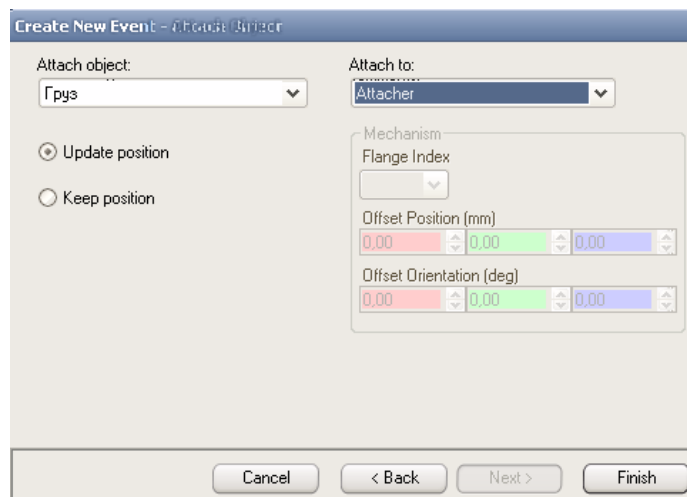


Рис. 78. Прикрепление объекта

Эти действия повторяем и для сигнала Detach.

В левой части окна I/O Signal Trigger выбираем сигнал Detach, проверяем, что в правой части окна точка стоит напротив пункта Signal is true ('1'). Нажимаем «Next».

В окне Choose Action Type (рис. 77) выбираем пункт Detach Object. Нажимаем «Next».

Выбираем объект, который надо отделить и объект, от которого происходит отделение (рис. 79).

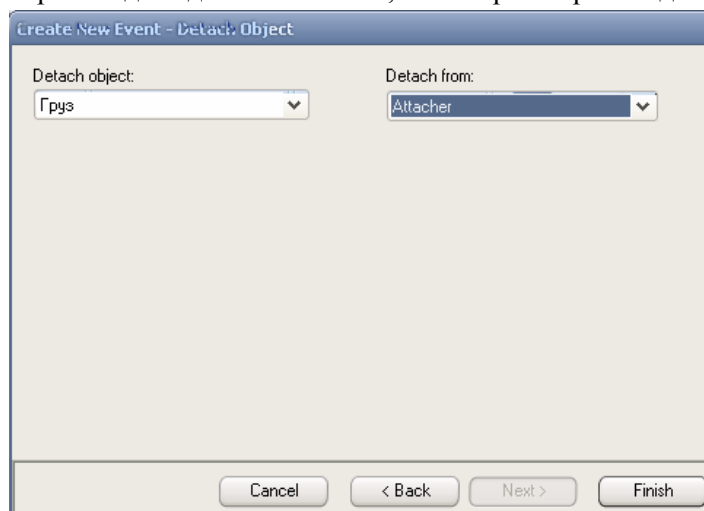


Рис. 79. Отделение объекта

Выбираем вкладку Simulation, нажимаем кнопку «I/O Simulator» (рис. 73). Кроме сигналов doCloseGripper и doOpenGripper на ней появляются сигналы Attach и Detach. При нажатии на кнопку «Attach» груз прикрепляется к захватному устройству. Поэтому при перемещении манипулятора функцией Jog Joint (глава 3) груз перемещается вместе с ним.

При нажатии на кнопку «Detach» груз открепляется от захватного устройства. Поэтому при перемещении манипулятора функцией Jog Joint груз остается в своем прежнем положении

Откроем текст управляющей программы в Rapid Editor.

Добавим в программу строчки, выделенные красным в нижеприведенном тексте программы.

Текст программы:

```
PROC Path_10 ()  
  MoveJ Home_position,v1000,z100,My_Gripper_1\WObj:=wobj0;  
  MoveL take_box_offset,v1000,z100,My_Gripper_1\WObj:=Wobj_box;  
  MoveL take_box,v1000,fine,My_Gripper_1\WObj:=Wobj_box;  
  PulseDO doCloseGripper;
```

```

PulseDO Attach;
WaitTime 0.5;
MoveL take_box_offset,v1000,z100,My_Gripper_1\WObj:=Wobj_box;
MoveL Home_position,v1000,z100,My_Gripper_1\WObj:=wobj0;
MoveL put_box_offset,v1000,z100,My_Gripper_1\WObj:=Wobj_pallet;
MoveL put_box,v1000,fine,My_Gripper_1\WObj:=Wobj_pallet;
PulseDO doOpenGripper;
PulseDO Detach;
WaitTime 0.5;
MoveL put_box_offset,v1000,z100,My_Gripper_1\WObj:=Wobj_pallet;
MoveJ Home_position,v1000,z100,My_Gripper_1\WObj:=wobj0;
ENDPROC
PROC main()
SetDO doOpenGripper, 0;
SetDO doCloseGripper, 0;
SetDO Attach, 0;
SetDO Detach, 0;
PulseDO doOpenGripper;
Path_10;
ENDPROC

```

Добавленные команды имеют следующее назначение:

SetDO	Устанавливаем значение сигнала
PulseDO	Подаем импульс
WaitTime	Задержка

Нажимаем «Apply Changes» и закрываем редактор.

Моделируем движение манипулятора. Теперь захватное устройство закрывается, когда нужно взять короб и открывается, когда нужно отпустить его.

Сохраняем станцию.

## 2.8. Задание для самостоятельной работы

Задание состоит в том, что меняют расположение груза, либо паллеты в пространстве и изменяют программу в соответствии с новым их расположением.

Загрузите в станцию библиотечные файлы для вашего варианта в папке библиотеки. Задайте траекторию движения манипулятора для снятия короба с конвейера и установки его на паллету с учетом нового расположения объектов в пространстве.

После создания новой траектории нажмите кнопку «Record Simulation» на вкладке Simulation (рис. 75) и промоделируйте процесс. Запись сохранится в папке Мои видеозаписи.

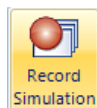


Рис. 75. Кнопка Record Simulation

Видеозапись будет отчетом по лабораторной работе.