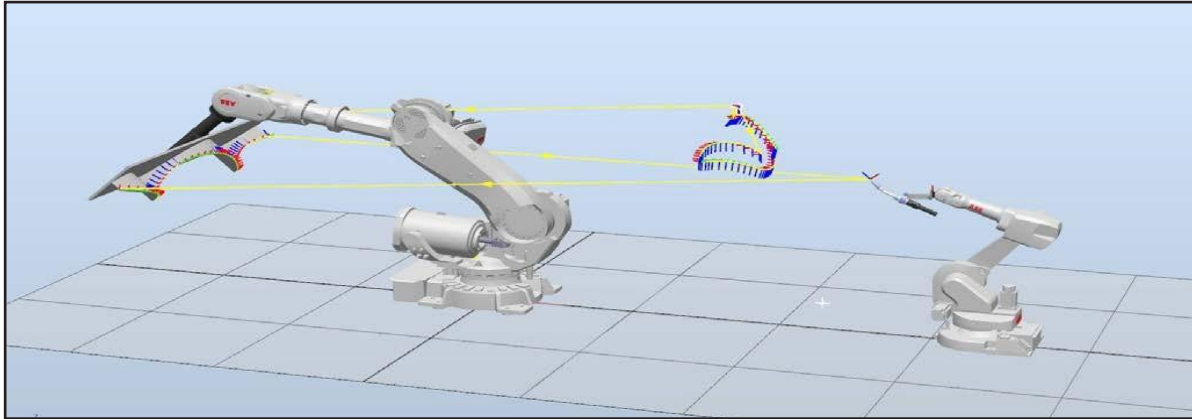


# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1\*

## «Разработка модели участка сварки объемных деталей»

**Цель работы:** получение навыков программирования синхронных движений нескольких роботов в режиме MultiMove среды RobotStudio\*.



### 1. Теоретическая часть

Часто при выполнении технологических операций с деталями сложной конфигурации необходимы дополнительные степени свободы. Обычно для этого используются специальные позиционеры, но иногда и их недостаточно. В таком случае, необходим второй робот, который будет перемещать и поворачивать деталь в пространстве.

### 2. Практическая часть

#### 2.1. Подготовка необходимых модулей программы

Перед выполнением лабораторной убедитесь, что путь установки файлов программы полностью задан на латинице.

Для выполнения лабораторной работы необходимо установить «RobotApps». В верхнем меню программы открываем вкладку «Add-Ins» и выбираем пункт «RobotApps».

В поиске необходимо найти элементы «RobotWare for IRC5» и «Multimove». «RobotWare for IRC5» можно найти в вкладке «RobotWare», а «Multimove» в вкладке «RobotStudio Add-Ins». Нажимаем на каждом элементе и в окне справа выбираем «Add». Ждем, когда завершится установка (рис. 1).

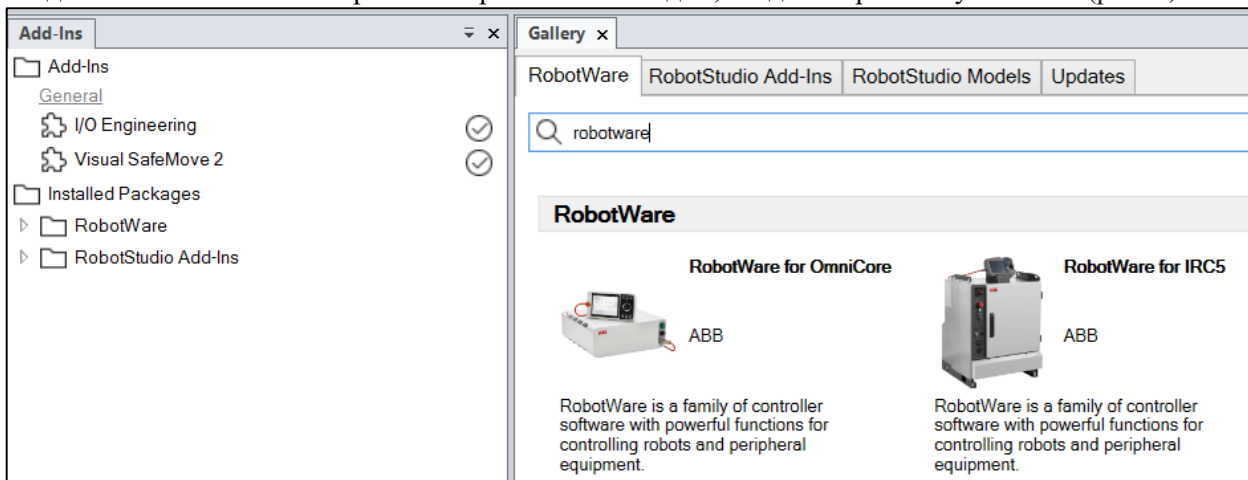


Рис 1. Установка «RobotApps»

\* Лабораторная работа выполнялась в ABB RobotStudio 2021.2 и ОС Windows 10.

## 2.2. Импорт и размещение объектов

Создайте новую, пустую станцию (рис. 2).

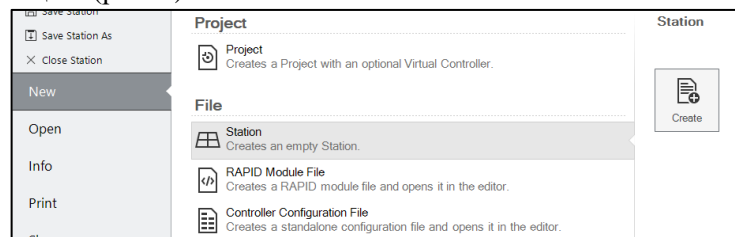


Рис. 2. Создание станции

Во вкладке «Home» выберите пункт «ABB Library», в выпавшем меню найдите манипулятор IRB 1600 (6кг, 1.45м). Нажмите на него, чтобы добавить в рабочее поле. В браузере «Layout» (в левой части экрана) нажмите ПКМ на манипуляторе IRB 1600 и выберите «Set position». Задайте следующие координаты (рис. 3):

Position:  $X = 3300, Y = 0, Z = 0;$

Orientation:  $X = 0, Y = 0, Z = 180.$

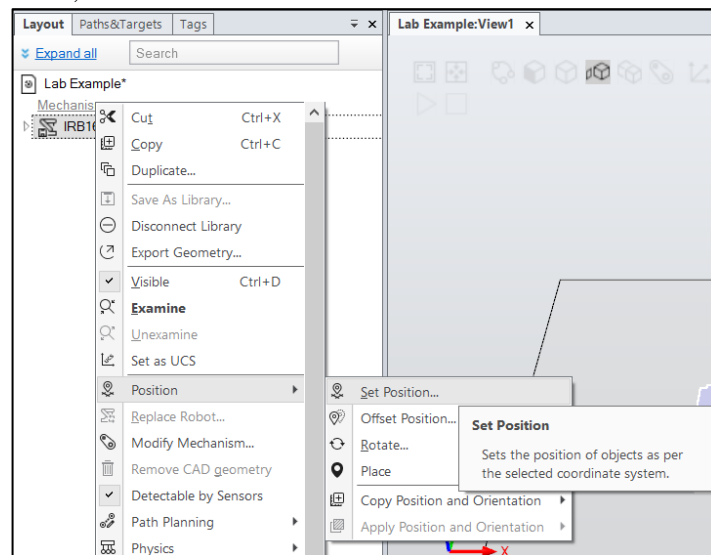


Рис. 3. Позиционирование манипулятор

Аналогичным образом через «ABB Library» добавьте в рабочую область манипулятор IRB 6640 (185кг, 2.8м). Его положение оставьте неизменным (в начале системы координат рабочего пространства).

Во вкладке «Home» нажмите кнопку «Import Geometry» (рис. 4), перейдите к папке на вашем компьютере, в которой располагается файл «training\_part.sat» и выберите его для добавления в рабочее пространство. (**training\_part.sat необходимо скачать!**)

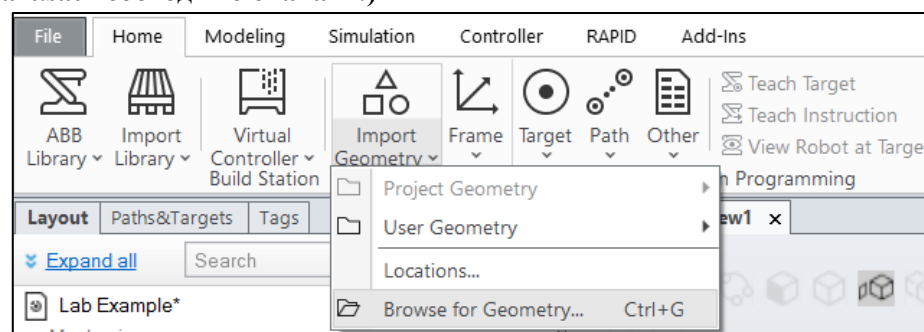


Рис. 4. Импорт сторонней геометрии

В браузере Layout перетащите training\_part на робот IRB 6640. На вопрос об обновлении ответьте «Да».

Осталось установить рабочий инструмент на маленький робот. Для этого на вкладке «Home» нажмите кнопку Import library → скачать «Arc Welding Equipment» → Arc Welding Guns и выберите инструмент Binzel Air (рис. 5). В браузере Layout перетащите его на робот IRB 1600. На вопрос об обновлении ответьте «Yes».

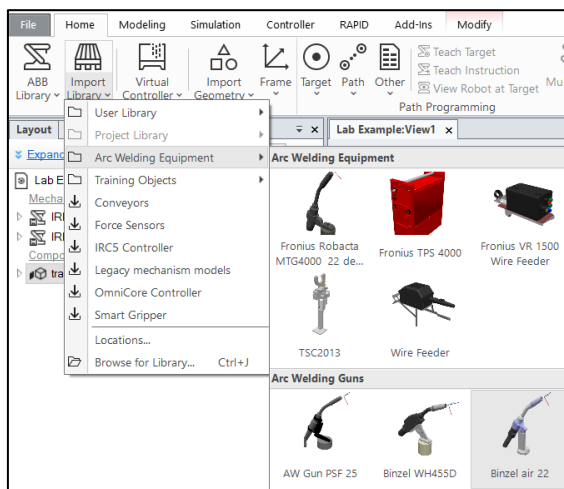


Рис. 5. Импорт рабочего инструмента

В результате выполненных действий должна быть собрана ячейка из двух манипуляторов (рис. 6).

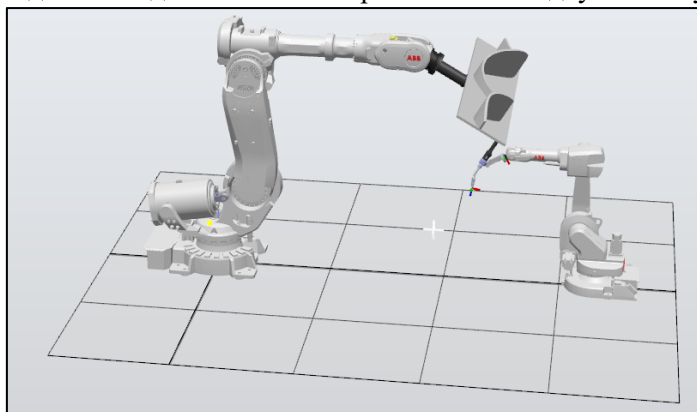


Рис. 6. Результат импорта и размещения объектов

### 2.3. Создание системы

Во вкладке «Home» нажмите кнопку Robot System и выберите From Layout. Это запустит мастер создания системы из Layout (рис. 7).

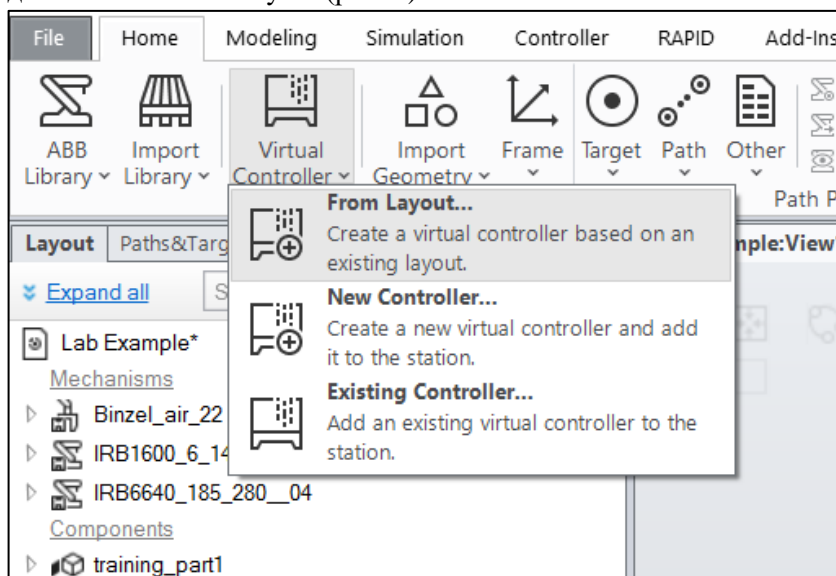


Рис. 7. Запуск создания системы

В окне «Controller Name and Location» выберите «RobotWare», которую установили в самом начале лабораторной работы. Нажмите «Next >>» (рис. 8). Убедитесь, что путь установки файлов программы полностью задан на латинице.

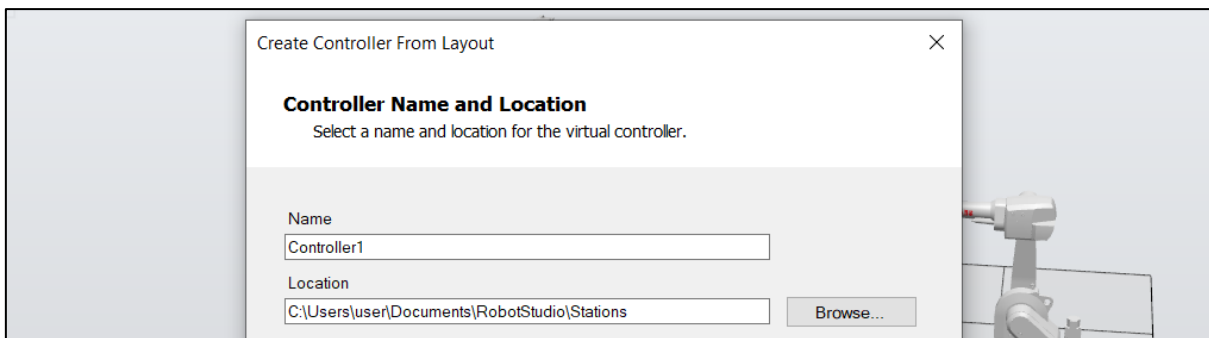


Рис. 8. Controller Name and Location

В окне «Select Mechanisms for the controller» убедитесь, что выбраны оба робота. Нажмите «Next >>» (рис. 9).

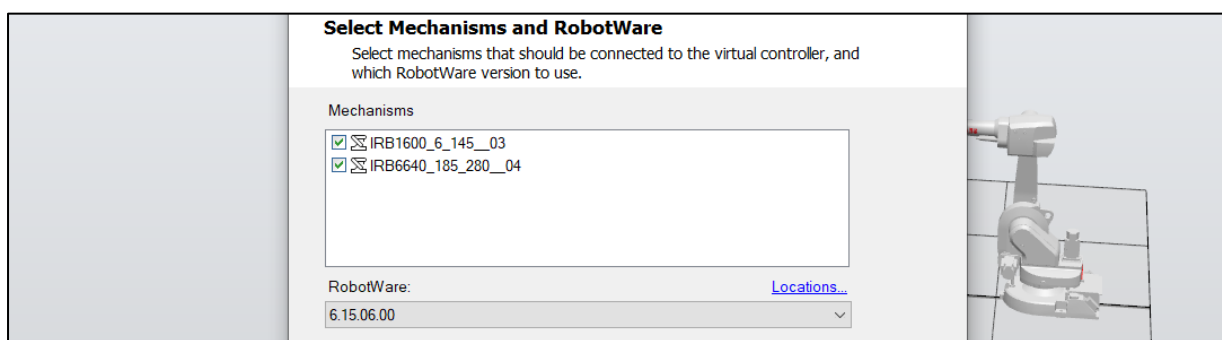


Рис. 9. Select Mechanisms for the controller

В «Configure the Controller» выберите робота IRB 6640 и переместите его в Task 1, нажав на стрелку вверх. Аналогично переместите робота IRB 1600 в Task 2. Нажмите кнопку Finish (рис. 10).

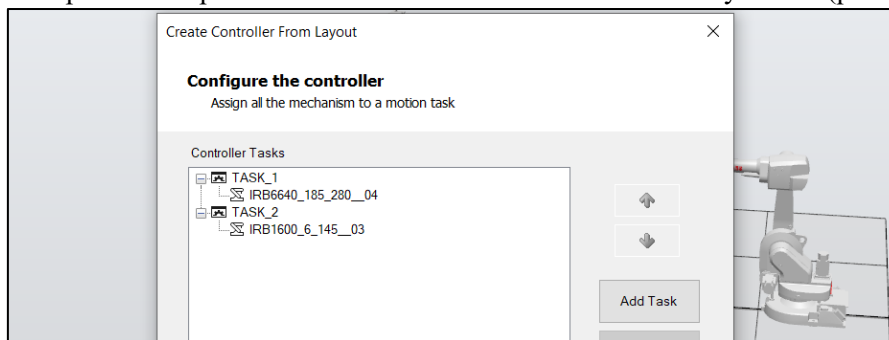


Рис. 10. Configure the Controller

Ожидайте, когда «Controller status» будет 1/1 (рис. 11).

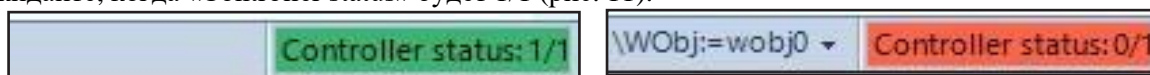


Рис. 11. Controller status

В браузере «Paths&Targets» (соседняя вкладка в «Layout» в левой части экрана) вы можете видеть, что создана система с двумя задачами. Активная задача выделена жирным шрифтом (рис. 12).

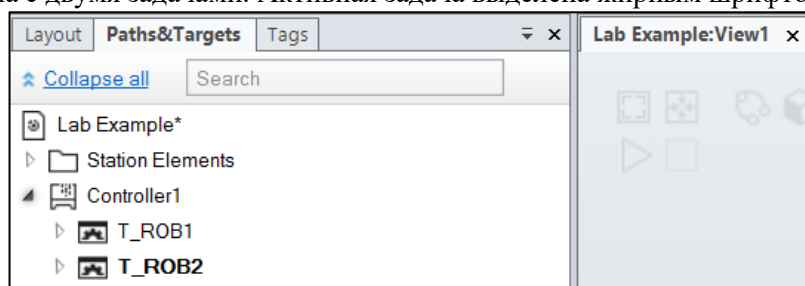


Рис. 12. Задачи, отображаемые в «Paths&Targets»

## 2.4. Создание Workobject

В окне «Graphics» (строка инструментов над рабочим полем, рис 13 (а) ) установите уровень выбора «Surface Selection» и уровень привязки «Snap Edge»(рис. 13 (б) ).



Рис. 13 Настройки привязки а) «Surface Selection» б) «Snap Edge»

На вкладке «Home» в окне «Settings» выберите (рис. 14):

Task: T\_ROB2  
Tool: tWeldGun

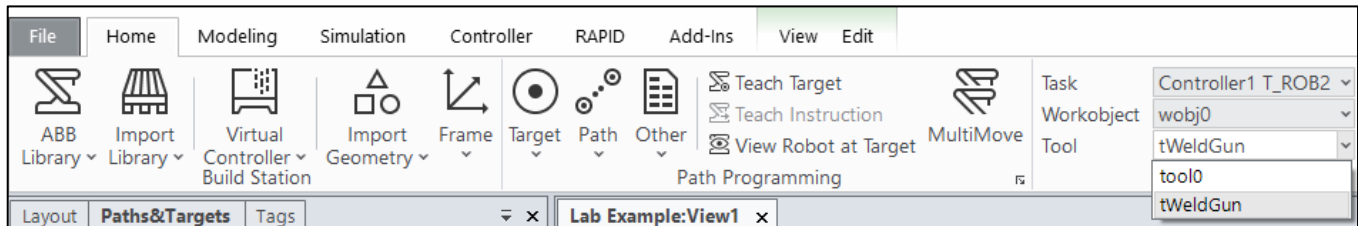


Рис. 14. Settings

Затем нажмите «Other» и выберите «Create Workobject». Задайте ему имя «obWorkpiece» (рис. 15).

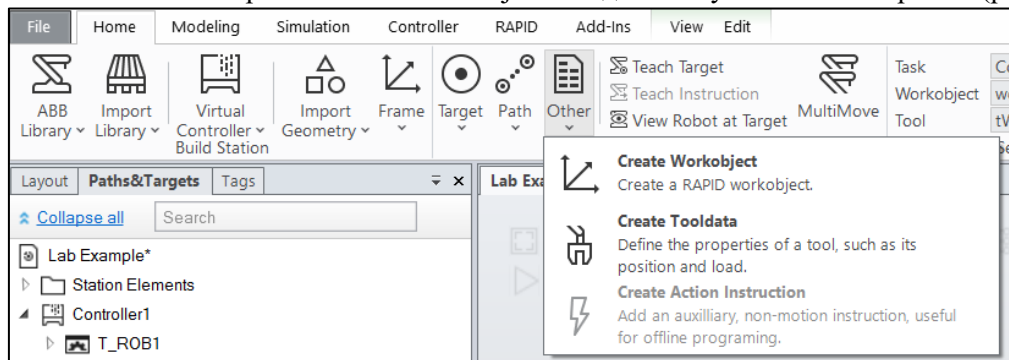
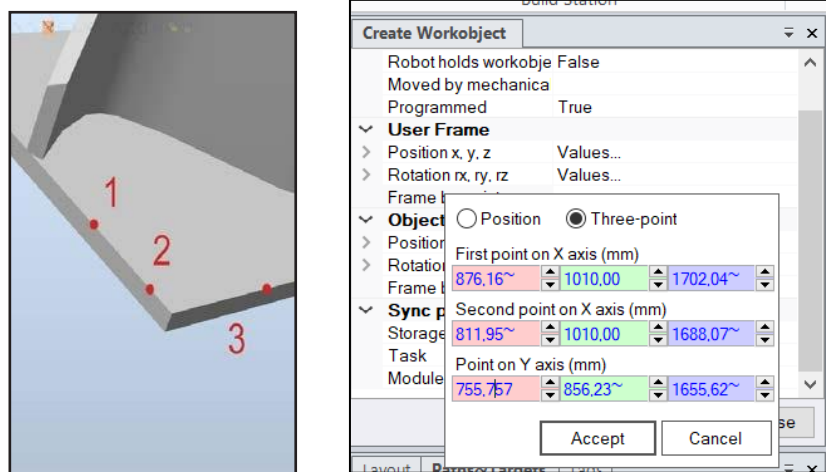


Рис. 15. Создание Workobject

В поле «user frame» выберите «Frame by points» и «Three-point». Выберите «First point on X axis» и нажмите на точку 1, как на рис. 16.

Затем «Second point on X axis» – точка 2 и «point on Y axis» – точка 3. Нажмите кнопку Accept.



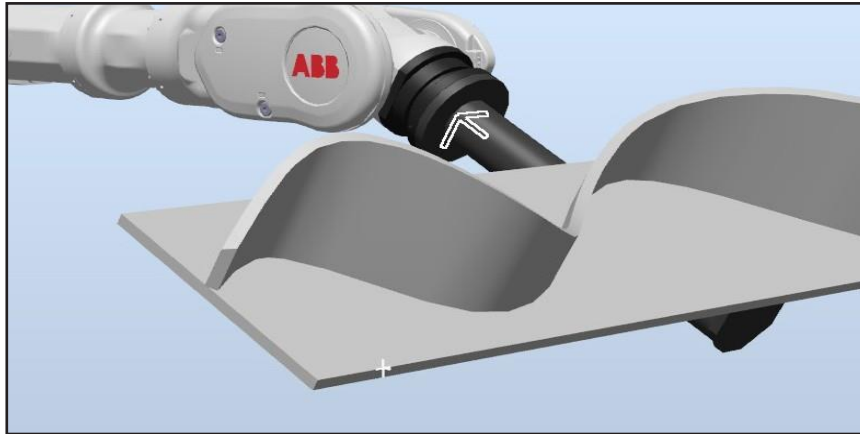


Рис. 16. Расположение точек на детали

В «Paths&Targets» щелкните правой кнопкой мыши по рабочему объекту «obWorkpiece» и выберите пункт «Attach to». В контекстном меню найдите манипулятор «IRB 6640». На вопрос об обновлении ответьте «Да» (рис. 17).

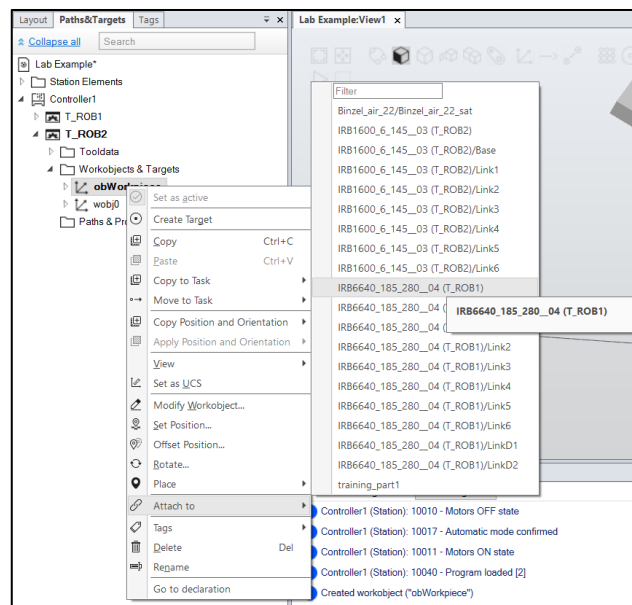


Рис. 17. Выбор объекта привязки

## 2.5. Создание траектории

Необходимо создать траекторию, идущую по верхней кромке детали, расположенной ближе к IRB 6640. Убедитесь, что задача «T\_ROB2» установлена как активная, также проверьте активный «obWorkpiece» и «tWeldGun» (рис. 18).

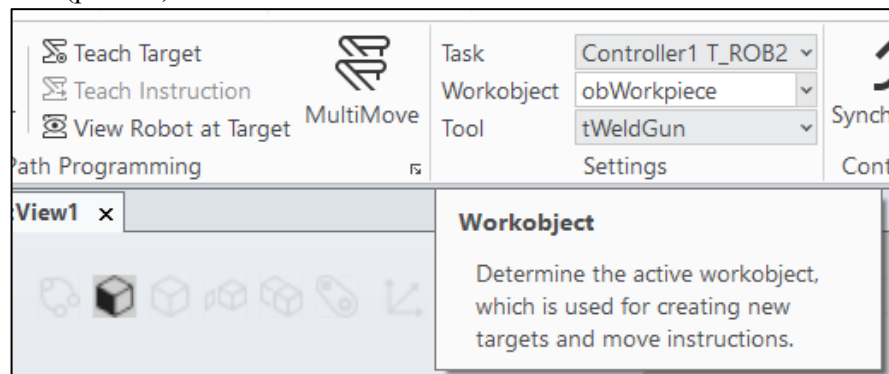


Рис. 18. Settings

В панели задач в правой нижней части экрана установите шаблон MoveL, скорость движения манипулятора v200 и z1 (рис. 19).

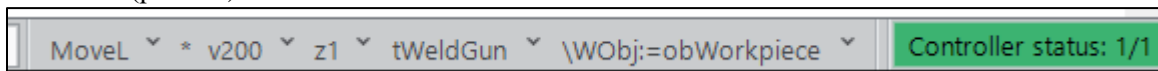


Рис. 19. Установка параметров передвижения манипулятора

Во вкладке «Home» нажмите кнопку «AutoPath» (рис. 20). Установите уровень выбора «Surface Selection» и уровень привязки «Snap Edge» (см. рис. 13). Нажмите на кромку детали, как показано на картинке (обратите внимание на расположение вспомогательных стрелок на изображении). Установите значение «Tolerance» 1.0 мм.

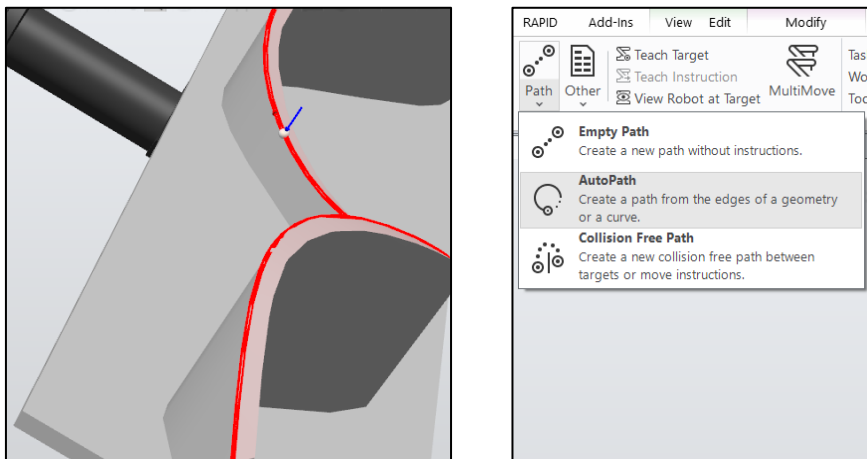


Рис. 20. Начало создания траектории манипулятора

В результате вы должны получить изображение точек траектории движения манипулятора (рис. 21).

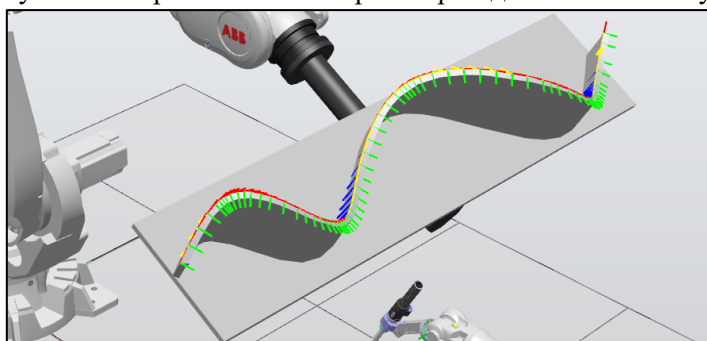


Рис. 21. Изображение траектории

В «Paths&Targets» переименуйте новый путь в «Path\_process» (рис. 22).

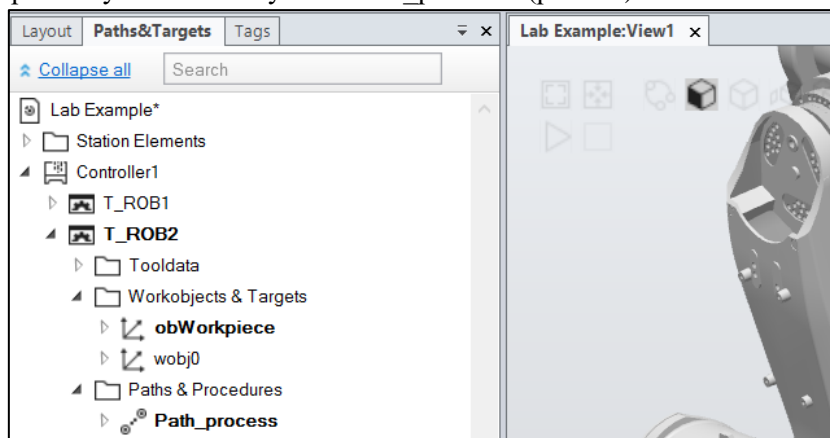


Рис. 22. Path\_process

В случае неправильного построения траектории движения необходимо расположить вид на робот на рабочем поле в точности так, как показано на рис. 20.

## 2.6. Изменение ориентации в точках

Разверните «Target» объекта «obWorkpiece» выделите все существующие точки, затем в контекстном меню выберите View Tool at Target -> Binzel\_Air\_22. Это позволит отобразить рабочий инструмент по точкам траектории в рабочем окне (рис. 23).

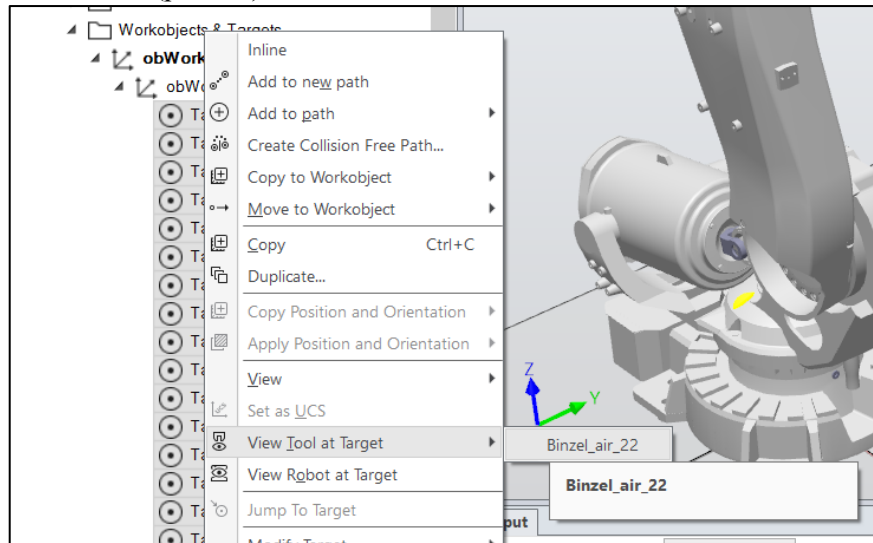


Рис. 23. Настройка отображения инструмента

Инструмент на траектории находится в ориентации, которая не подходит для достижения роботом IRB 1600. Необходимо повернуть все точки траектории. Для этого выберите все рабочие точки под объектом «obWorkpiece». И во вкладке «Modify» выберите команду «Rotate» (рис. 24).

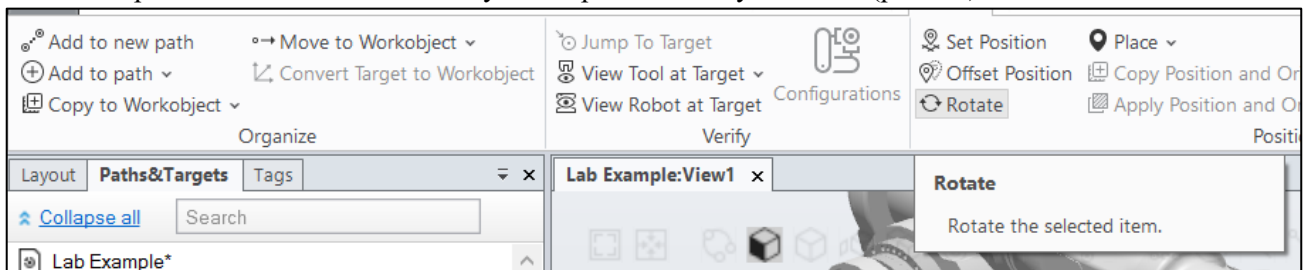


Рис. 24. Настройки вращения точек траектории

Поверните все выбранные точки на  $-90^{\circ}$  вокруг Z. Затем отключите «View Tool at Target» (рис. 25).

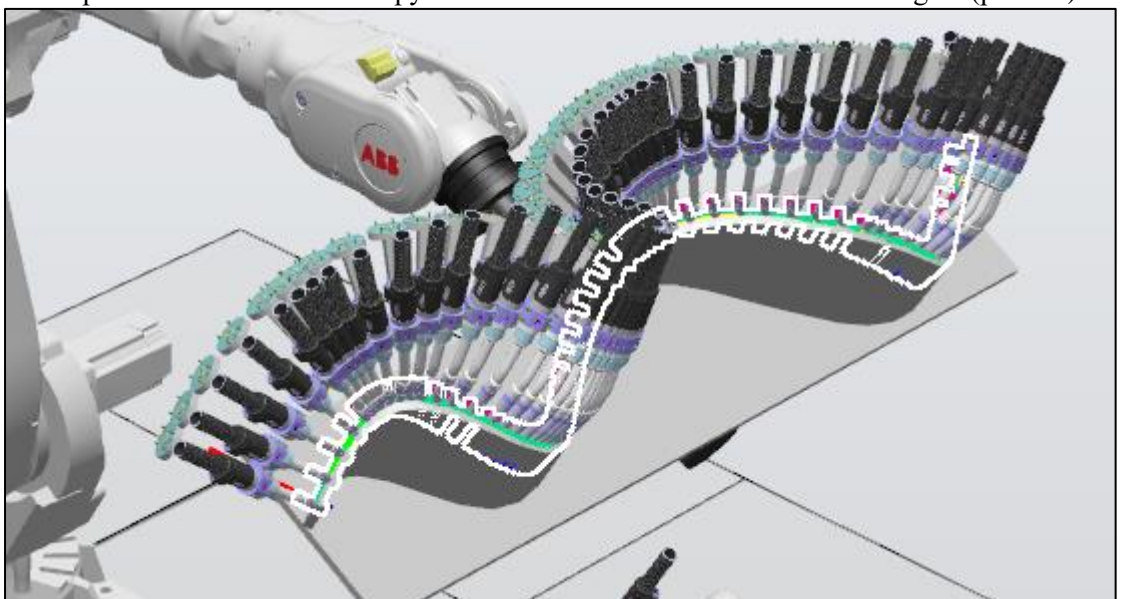


Рис. 25. Результат вращения точек траектории

## 2.7. Создание синхронизированной программы Multimove

Суть «Multimove» системы заключается в том, что робот постоянно позиционирует заготовку для облегчения работы инструмента. Для обоих роботов создаются синхронные траектории.

Перед началом создания синхронных траекторий зададим начальное положение для робота IRB 1600. Для этого нажмите ПКМ на задаче «T\_ROB2» и выберите пункт «Mechanism Joint Jog» (рис. 26).

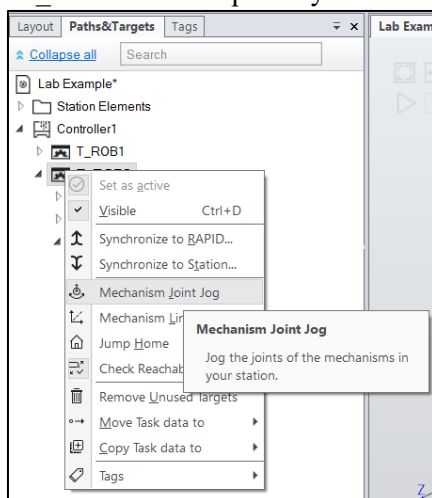


Рис. 26. Переход к управлению положением манипулятора

Данный раздел позволяет управлять положением звеньев манипулятора.

Как начальное положение задайте значения (рис. 27):

0 0 0 10 25 180

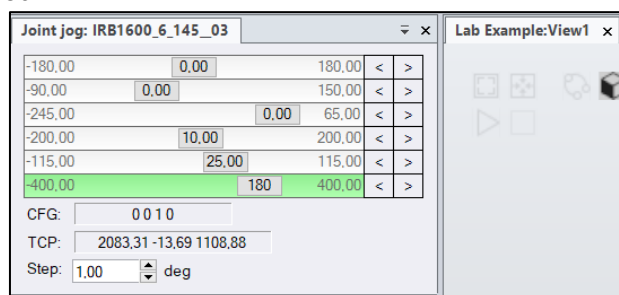


Рис. 27. Задание положения манипулятора

Перейдем к работе с «Multimove».

Во вкладке «Home» нажмите кнопку «Multimove». В окне «Multimove» нажмите кнопку «Setup». В разделе «System Config» выберите «MultimoveSystem». Убедитесь, что робот IRB 6640 выбран, как workpiece, а IRB 1600 как tool. В разделе «Path Config» разверните узел робота IRB 1600, чтобы убедиться, что включена траектория «Path\_process» (рис. 28).

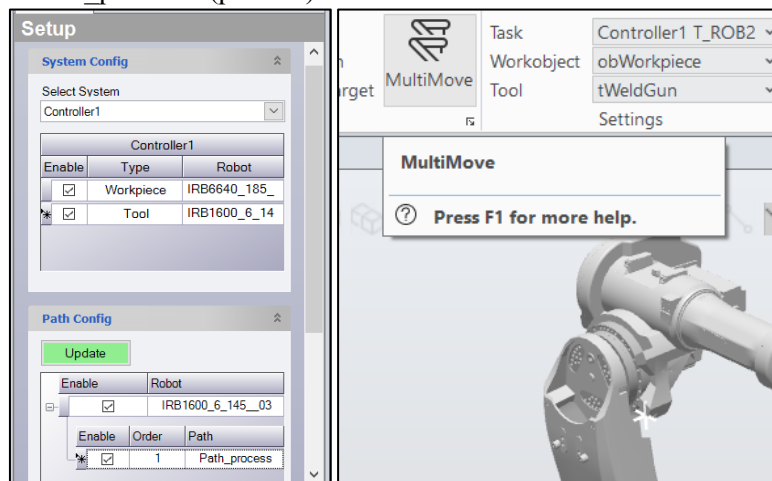


Рис. 28. Настройка Multimove

Разверните группу «Start position», и в списке «Select Robot that other should jump to» выберите IRB1600 и нажмите «Apply». Это переместит большого робота таким образом, что первая точка на траектории детали перемещается в TCP маленького робота (рис. 29).

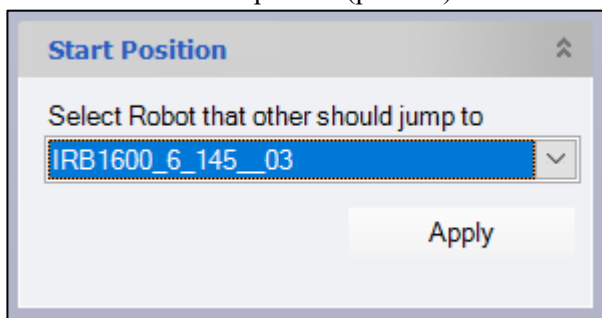


Рис. 29. Настройка Start Position

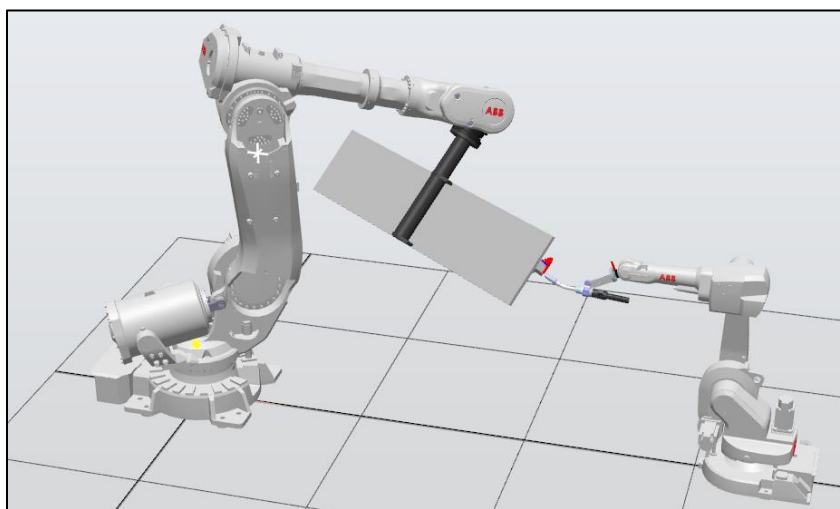


Рис. 30. Стартовое положение манипуляторов

В нижней части окна «MultiMove» в разделе «Test» нажмите «Play». Начинают создаваться синхронные траектории для роботов (рис. 30). По окончании вычислений, нажмите «Create Paths» в «Generate Paths» (рис. 31).

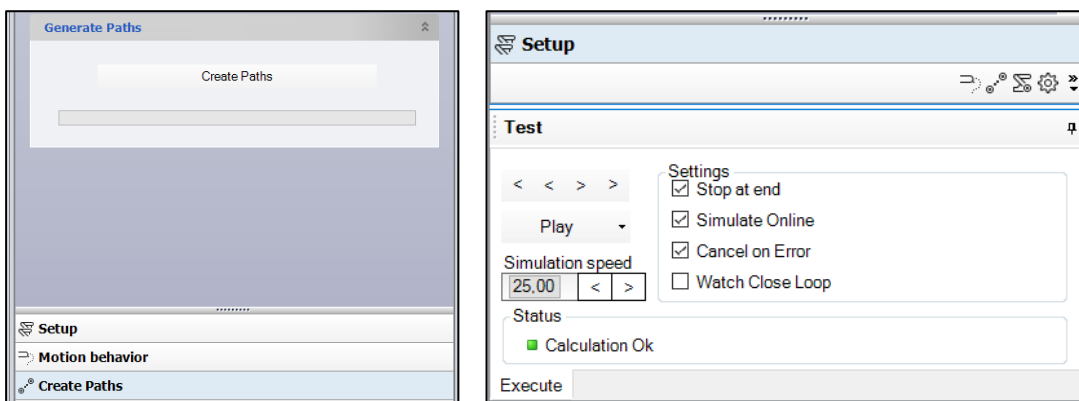


Рис. 31. Создание траектории синхронного движения

## 2.8. Добавление несинхронных инструкций к программе

Теперь необходимо добавить траектории, где роботы перемещаются независимо друг от друга. Начните с создания «Target» точек, которые позже добавите в траектории движения роботов.

Выберите настройки в меню «Settings». Установите «wobj0» и «tWeldGun». Откройте контекстное меню «T\_ROB2» и перейдите в «Mechanism Joint Jog». Задайте координаты (рис. 32):

0 -40 20 0 25 180

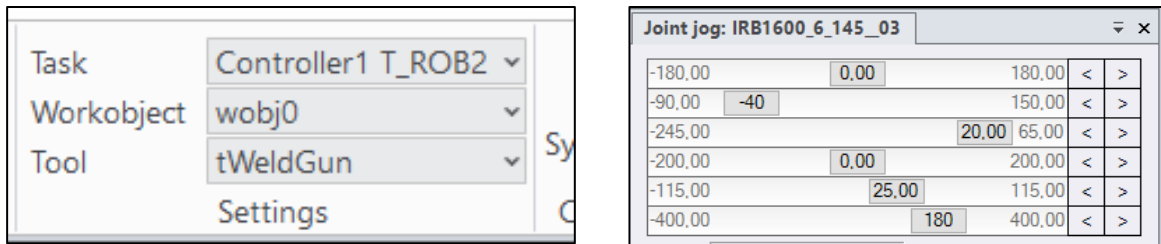


Рис. 32. Настройки положения манипулятора

Выберите на вкладке «Home» пункт «Teach Target» (рис. 33). Теперь заданная точка появилась в браузере «Paths&Targets» (Путь: T\_ROB2 / Workobjects & Targets / wobj0 / wobj0\_of). Переименуйте эту точку в «p1600\_home». Нажмите на точку ПКМ и выберите «Add to path -> mmPath\_1 -> First». Аналогично добавьте эту же точку в конец пути: «Add to path -> mmPath\_1 -> Last».

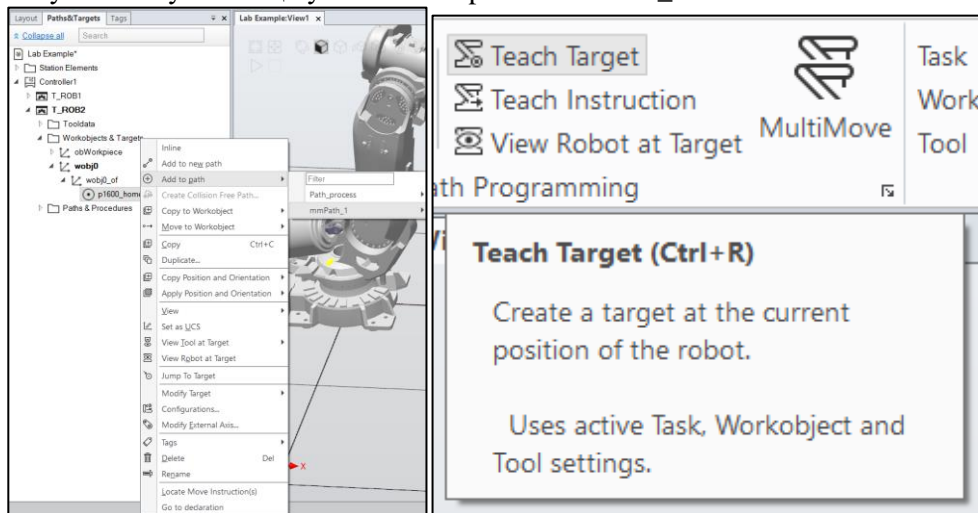


Рис. 33. Установка дополнительных точек в траекторию

Установите задачу «T\_ROB1» активной (в браузере «Paths&Targets» ПКМ по задаче «T\_ROB1» и выберите «Set as active» (рис. 34).

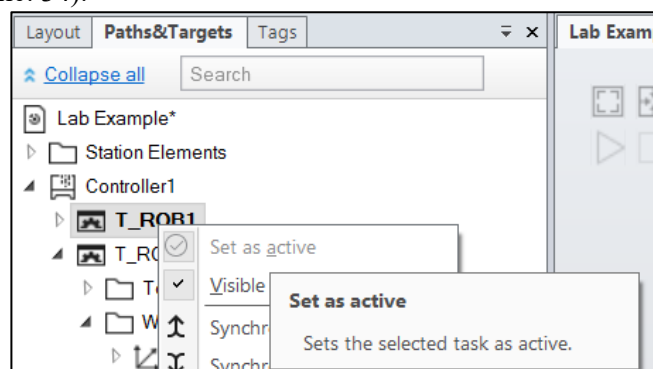


Рис. 34. Выбор задачи «T\_ROB1»

Проверьте настройки в меню «Settings». Должны автоматически быть выставлены «wobj0» и «tool0». Аналогично с предыдущими действиями задайте точку для робота IRB 6640 со значениями (рис. 35):

0 0 0 0 90 0

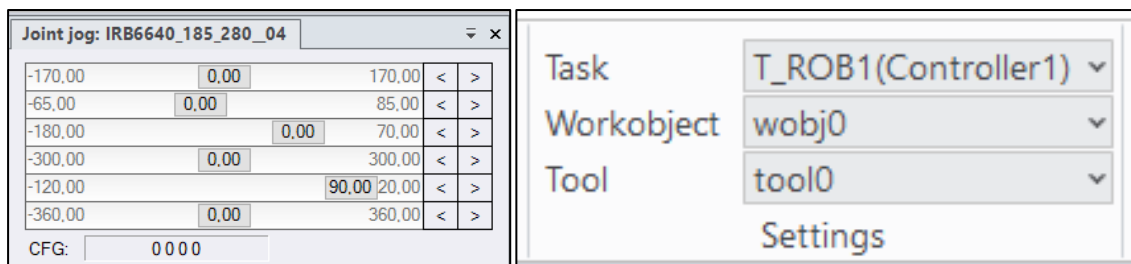


Рис. 35. Задание координат точки движения

Выберите «Teach Target» и найдите полученную точку в браузере «Paths & Targets».

(Путь: T\_ROB1/Workobjects & Targets / wobj0 / wobj0\_of в самом низу списка).

Переименуйте точку в «p6640\_home». Также привяжите точку «p6640\_home» к пути «mmPath\_1» к началу пути.

Аналогично создайте для задачи «T\_ROB1» точку «pChange», но добавьте ее ТОЛЬКО в конец пути (Add to path -> mmPath\_1 -> Last) с координатами:

0 -40 -130 0 -55 0

В браузере «Paths&Targets» откройте путь «mmPath\_1» (Путь: T\_ROB1 / Paths & Procedures / mmPath\_1). Выберите задачу «MoveL p6640\_home», откройте контекстное меню при помощи ПКМ и выберите «Edit Instruction». В появившемся меню замените «Mouition Type» на «Joint». Нажмите «Apply».

Аналогично замените «Mouition Type» на «Joint» в следующих перемещениях:

MoveL pTarget\_1

MoveL p6640\_home (в конце траектории) MoveL pChange

Также откройте «mmPath\_1» в задаче «T\_ROB2» (Путь: T\_ROB2 / Paths & Procedures / mmPath\_1) и замените «Mouition Type» в «Joint» на следующих перемещениях (рис. 36):

MoveL p1600\_home MoveL pTarget\_1

MoveL p1600\_home (в конце траектории)

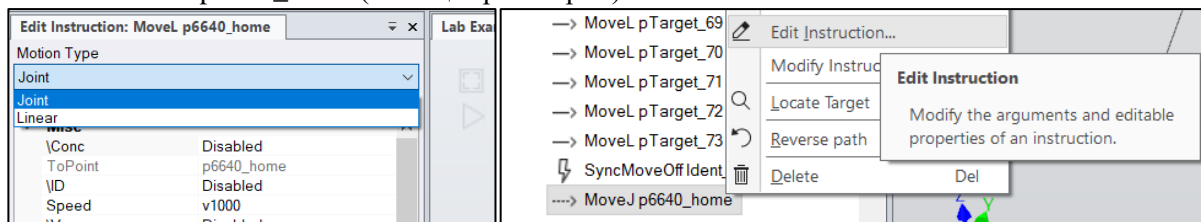


Рис. 36. Замена Mouition Type

После замены «Mouition Type» на данных перемещениях стрелка обозначения изменится со сплошной на пунктирную. В рабочем пространстве само перемещение тоже будет показано пунктирной линией (рис. 37).

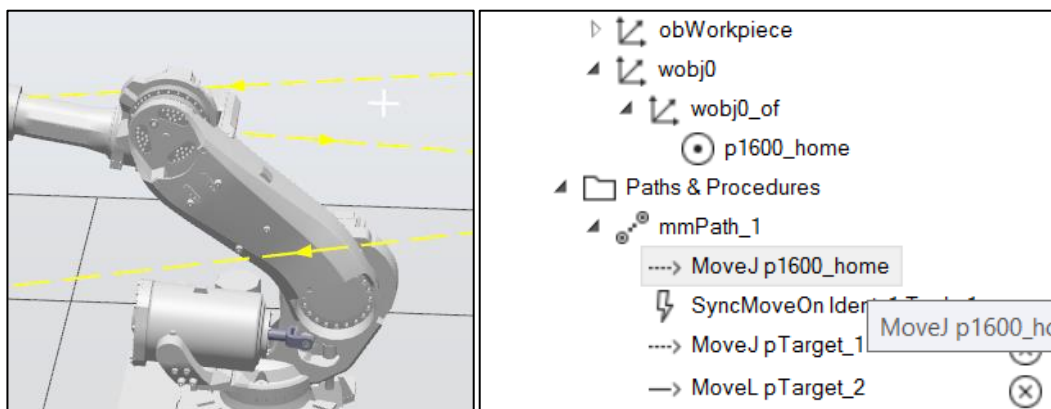


Рис. 37. Обозначение перемещения

## 2.9. Запуск симуляции

Для запуска симуляции перейдите в верхнем пеню во вкладку «RAPID». В верхнем меню выберите пункт «Synchronize», нажмите «ОК» (рис. 38).

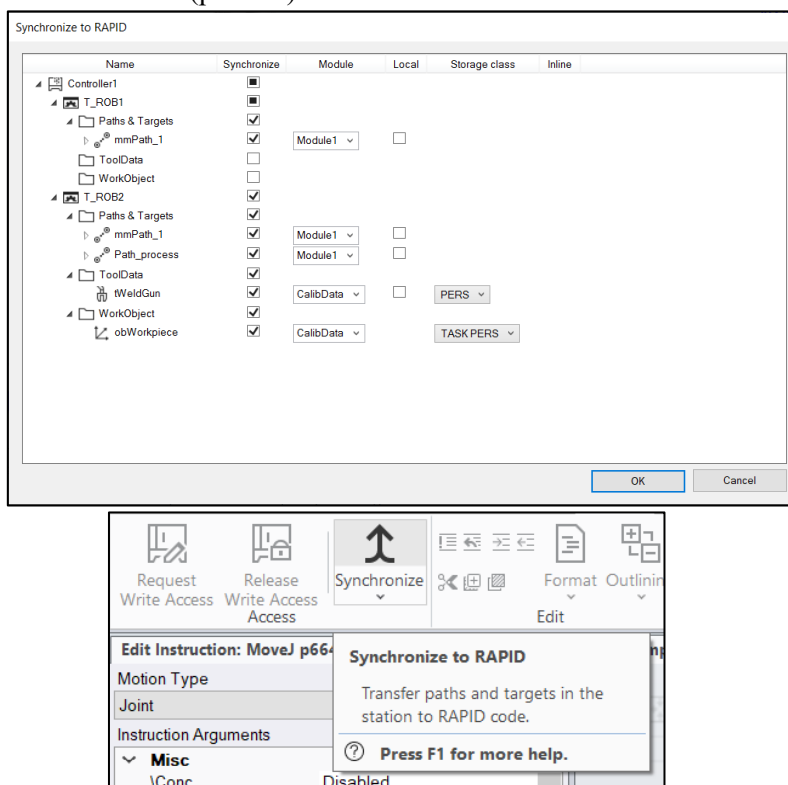


Рис. 38. Настройка «Synchronize»

Далее перейдите во вкладку «Simulation», выберите пункт «Simulation Setup» (рис. 39).

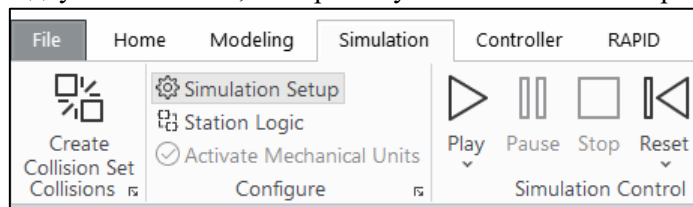


Рис. 39. Настройка «Simulation Setup»

В открывшемся окне выберите для обеих задач (T\_ROB1 и T\_ROB2) «Entry point» значение «mmPath\_1» (рис. 40).

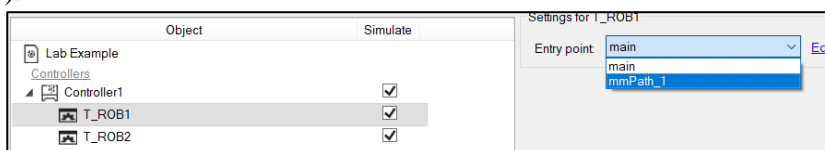


Рис. 40. Назначение Entry point

Готово!

Для запуска симуляции перейдите в окно «View1» и нажмите «Play» в верхнем меню (рис. 41).

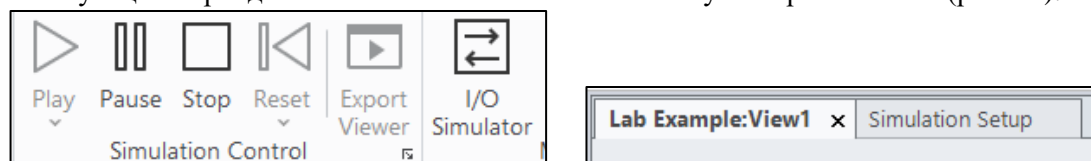


Рис. 41. Запуск симуляции

Для записи симуляции нажмите «Record Simulation», затем «Play». Видеоролик будет свидетельствовать о выполненной лабораторной работе.

В случае если при запуске симуляции робот IRB 6640 сперва производит операцию в контакте с IRB 1600, затем отклоняется назад, затем снова возвращается к IRB 1600 необходимо Скопировать MoveJ pChange и вставить в начало траектории mmPath\_1 в T\_ROB1(перед MoveJ p6640\_home).