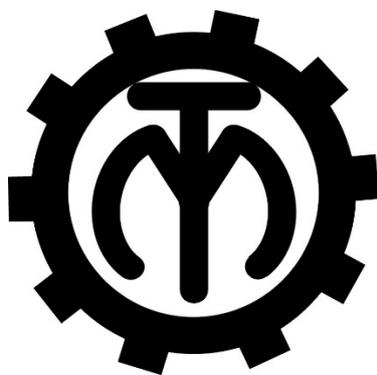


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технология машиностроения»

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов направления подготовки
15.04.06 «Мехатроника и робототехника»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2023

УДК 621.01
ББК 34.41
П78

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Технология машиностроения» «22» ноября 2022 г.,
протокол № 6

Составители: канд. техн. наук, доц. В. М. Шеменков;
Е. Ю. Демиденко

Рецензент В. В. Кутузов

Методические рекомендации содержат лабораторные работы в соответствии с рабочей программой дисциплины «Программирование промышленных робототехнических систем», а также краткие теоретические положения в области программирования робототехнических систем.

Учебно-методическое издание

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Ответственный за выпуск	В. М. Шеменков
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2023

Содержание

Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ.....	4
1 Лабораторная работа № 1. Офлайн-программирование промышленной робототехнической системы на базе робота Kawasaki RS03N.....	5
2 Лабораторная работа № 2. Офлайн-программирование промышленной робототехнической системы на базе робота FANUC M-710iC/50.....	8
3 Лабораторная работа № 3. Программирование промышленной робототехнической системы на базе робота FANUC M-710iC/50 для выполнения операций сварки.....	14
4 Лабораторная работа № 4. Программирование промышленной робототехнической системы на базе робота FANUC M-710iC/50 для выполнения операций фрезерования.....	15
Список литературы.....	16

Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ

Общие требования безопасности

Допуск студентов к лабораторным занятиям производится только после инструктажа по технике безопасности, о чем делается соответствующая запись в специальном журнале (бланке).

Требования безопасности перед началом работы

1 Внимательно изучить содержание и порядок проведения лабораторной работы, а также безопасные приемы ее выполнения.

2 Перед каждым включением оборудования предварительно убедиться, что его пуск безопасен.

Требования безопасности во время работы

1 Точно выполнять все указания преподавателя.

2 Не прикасаться к находящимся под напряжением элементам электрических цепей, к корпусам стационарного электрооборудования.

3 Запрещается во время работы оборудования снимать ограждения и предохранительные устройства, а также держать их открытыми.

4 Во время работы запрещается касаться руками нагретых, вращающихся и перемещающихся частей, вводить руки в зону движения.

Требования безопасности по окончании работы

1 Полностью выключить оборудование.

2 Привести в порядок рабочее место.

3 Предупредить преподавателя обо всех, даже малейших и незначительных, неисправностях оборудования.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

1 В случае травмирования кого-либо немедленно доложить преподавателю.

2 При выходе оборудования из строя необходимо:

– отключить оборудование (обесточить);

– доложить преподавателю о случившемся, а в случае возгорания приступить к немедленной его ликвидации первичными средствами пожаротушения.

1 Лабораторная работа № 1. Офлайн-программирование промышленной робототехнической системы на базе робота Kawasaki RS03N

Цель занятия: ознакомиться с основами офлайн-программирования промышленного робота Kawasaki RS03N.

1.1 Офлайн-программирование в среде K-ROSET

Пример расположения объектов на операции загрузки оборудования представлен на рисунке 1.1.

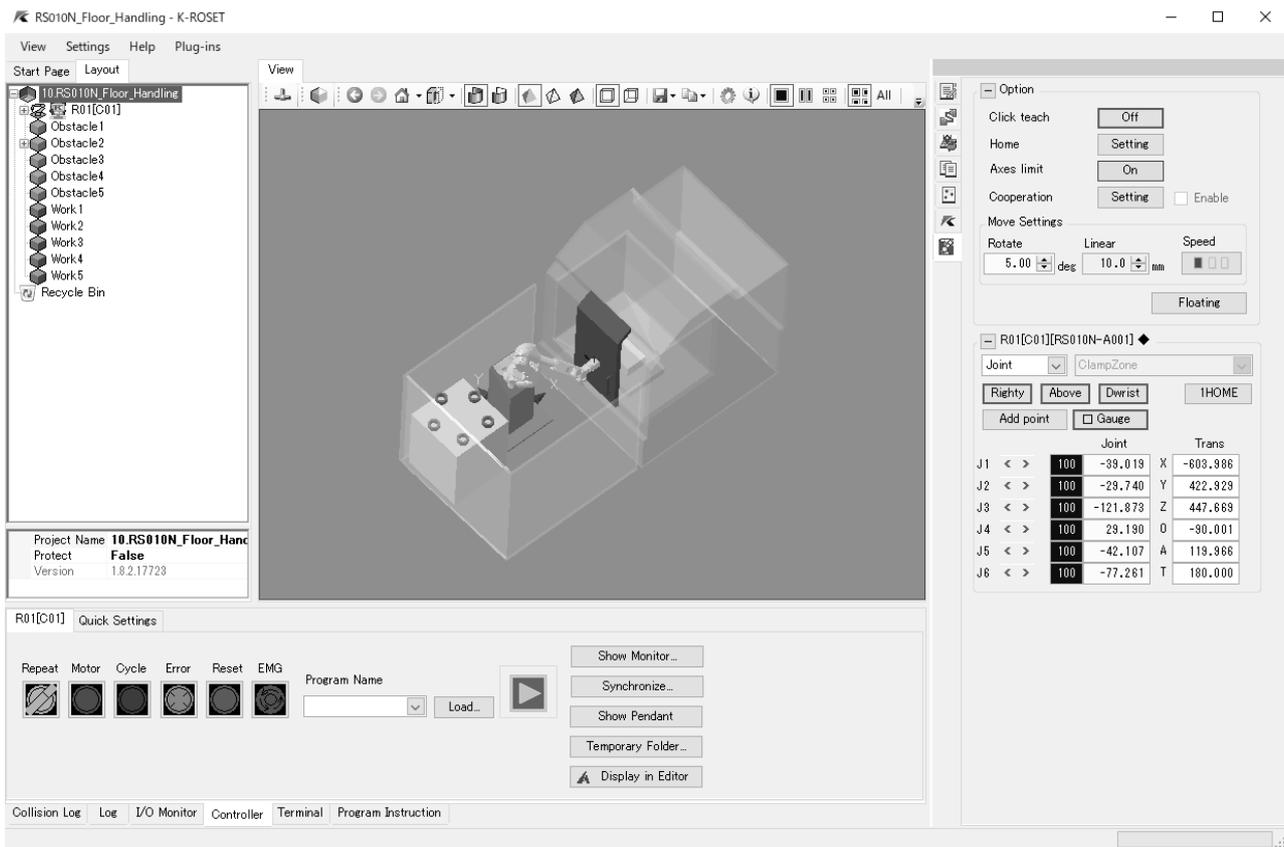


Рисунок 1.1 – Расположение объектов

Добавление робота и инструмента.

1 Нажать правой кнопкой мыши ярлык проекта в дереве проекта. Отобразится экран меню проекта.

2 Нажать последовательно кнопки Add и Robot в меню. Отобразится диалоговое окно загрузки робота.

3 Выбрать назначение Handling контроллер E controller, серию ZX series, библиотеку Standard и модель ZX130S-B001. Нажать кнопку ОК.

4 Нажать правой кнопкой мыши ярлык робота в дереве проекта. Отобразится меню робота.

5 Нажать последовательно кнопки Tool и Load в меню. Отобразится экран выбора файла.

6 В диалоговом окне выбора инструмента выбрать файл Hand_G9AX21000A и нажать кнопку Open. Инструмент добавится в позицию фланца робота.

7 Нажать ярлык инструмента правой кнопкой мыши. Отобразится меню инструментов.

8 Нажать правой кнопкой мыши ярлык робота. Отобразится меню робота.

9 Нажать последовательно кнопки Tool Trans и Change. Отобразится диалоговое окно положения.

10 Установить значения координат вручную или с помощью ползунка.

11 Нажать кнопку Apply, чтобы применить установленное значение, и затем нажать кнопку Close. Положение инструмента зафиксировано и экран закроется.

Добавление объекта манипулирования.

1 Нажать правой кнопкой мыши ярлык проекта в дереве проекта. Отобразится меню проекта.

2 В меню проекта нажать последовательно кнопки Add, Environment и Work. Отобразится диалоговое окно выбора файла.

3 Выбрать файл Box_L и нажать кнопку Open.

4 Нажать дважды левую кнопку мыши по рабочему значку объекта, добавленного в дерево проекта. Отобразится диалоговое окно положения.

5 Изменить и установить каждое значение координат вручную или с помощью ползунка.

6 Нажать кнопку Apply, чтобы применить установленное значение, и затем нажать кнопку Close. Диалог позиции закроется.

Установка препятствий.

1 Нажать правой кнопкой мыши значок проекта в дереве проекта. Отобразится экран меню проекта.

2 На экране меню проекта нажать последовательно кнопки Add, Environment и Obstacles. Отобразится диалоговое окно выбора файла.

3 Выбрать файл Safetyfence_1840_1565 и нажать кнопку Open.

4 Нажать дважды левую кнопку мыши по рабочему значку препятствия, добавленного в дерево проекта. Отобразится диалоговое окно положения.

5 Изменить и установить каждое значение системы координат вручную или с помощью ползунка.

6 Нажать кнопку Apply, чтобы применить установленное значение, и затем нажать Close.

Добавление программы.

1 В меню ControllerName выбрать последовательно Add, Program.

2 Переименовать новую программу.

Добавление программных инструкций.

Методы добавления программных инструкций:

– добавление непосредственно в таблицу программ;

- использование функции TP_PAINT;
- добавление из учебной точки в проекте.

Редактирование программных инструкций.

Методы редактирования программных инструкций:

- изменение в таблице программы;
- использование функции TP_PAINT;
- использование текстового редактора для редактирования файла программы (с расширением *.pg);
- редактирование инструкции на контроллере.

Сохранение программы.

1 Выбрать последовательно File save, Program (*.pg) из меню Controller name или меню Program name.

2 Задать имя файла в диалоговом окне и сохранить его.

1.2 Задания

1 Изучить:

- основы офлайн-программирования робота;
- системы координат, схему осей и рабочую зону робота;
- программные инструкции (команды) движения робота.

2 Разработать программу для выполнения промышленным роботом транспортирования заготовок согласно варианту, выданному преподавателем.

Контрольные вопросы

1 В какой среде выполняется офлайн-программирование робота Kawasaki?

2 На каком программном языке выполняется офлайн-управление робота Kawasaki?

3 Какие сенсоры включены в компоновку робота Kawasaki?

2 Лабораторная работа № 2. Офлайн-программирование промышленной робототехнической системы на базе робота FANUC M-710iC/50

Цель занятия: ознакомиться с основами офлайн-программирования промышленного робота FANUC M-710iC/50.

2.1 Офлайн-программирование в среде Roboguide

Создание новой ячейки.

1 Запустите программный комплекс Roboguide, кликнув на значок на рабочем столе.

2 Создайте новый проект (New cell).

3 Введите имя проекта и нажмите кнопку Next>.

4 Выберите способ создания нового робота (Robot Selection Method):

– create a new robot with the default HandlingPro config (создать нового робота с настройками по умолчанию);

– create a new robot with the last used HandlingPro config (создать нового робота с последними примененными настройками);

– create a robot from a file backup (создать робота из существующей резервной копии (All of above));

– create an exact copy of an existing robot (создать точную копию существующего робота, подключенного к сети).

5 Нажмите кнопку Next>.

6 Выберите версию программного обеспечения контроллера (по умолчанию – последняя выпущенная версия). Нажмите кнопку Next>.

7 Выберите тип программного обеспечения (по умолчанию – HandlingTool). Нажмите кнопку Next>.

8 Выберите модель робота и нажмите кнопку Next> (рисунок 2.1).

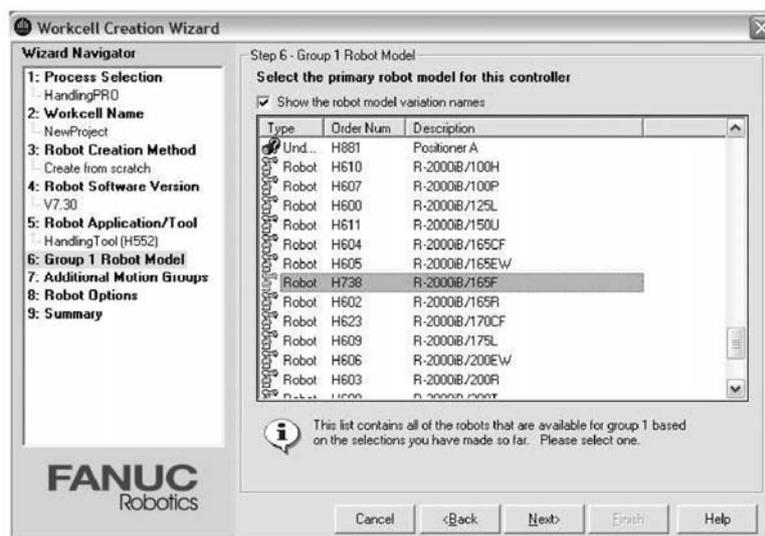


Рисунок 2.1 – Меню выбора робота

9 При необходимости вы можете добавить дополнительные группы движения (Additional Motion Groups) в виде позиционирующих устройств, сервоприводов или роботов. Если вы не хотите добавлять группы движения или завершили свой выбор, нажмите кнопку Next>.

10 В этом окне (рисунок 2.2) вы можете выбрать дополнительные опции программного обеспечения. После завершения выбора нажмите кнопку Next> и Finish в следующем окне Summary.

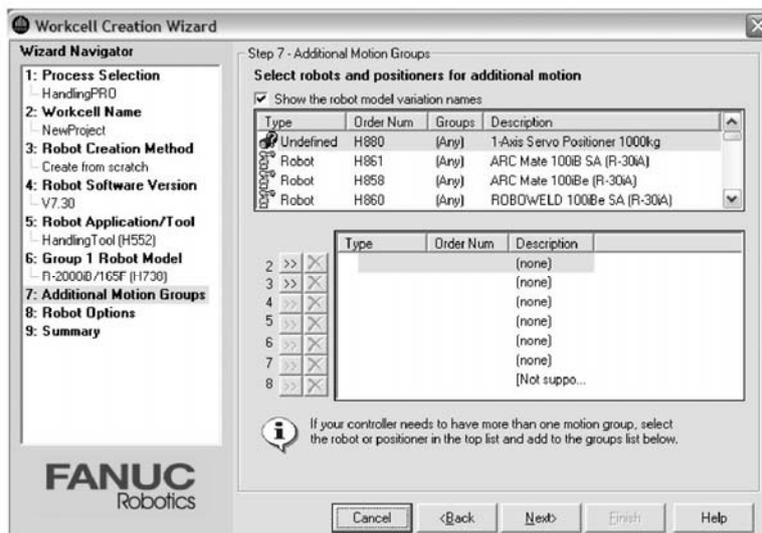


Рисунок 2.2 – Меню выбора дополнительных опций программного обеспечения

После запуска виртуального контроллера и программной среды ваш новый проект будет создан.

Перемещение объектов и рабочей точки робота (ТСР).

Объекты, так же как и рабочую точку робота (ТСР), можно перемещать за координатные оси или вводя координаты вручную в окне свойств.

Возможны перемещения вдоль осей x, y, z и вращения вокруг них (w, p, r).

Перемещение.

Наведите мышь на выбранную ось, нажмите и удерживайте левую кнопку мыши и перемещайте объект.

Вращение.

Зажмите клавишу Shift на клавиатуре, выберите курсором мыши ось, вокруг которой необходимо осуществить вращение, нажмите левую кнопку мыши и вращайте объект, перемещая мышь.

Добавление инструмента (Tooling).

Нажмите на значок, указанный на рисунке 2.3, чтобы открыть дерево обозревателя проекта. Откройте свойства инструмента робота, как указано на рисунке 2.4. Двойным щелчком мыши на строке UT:1 (EOAT1) откройте свойства данного инструмента (EOAT = End of Arm Tool). Присвойте имя инструменту. Импортируйте САД-модель инструмента из библиотеки (Image Library), откройте папку EOAT's, затем Grippers и выберите файл Vacuum01.IGS. Нажмите кнопку Apply (рисунок 2.5).

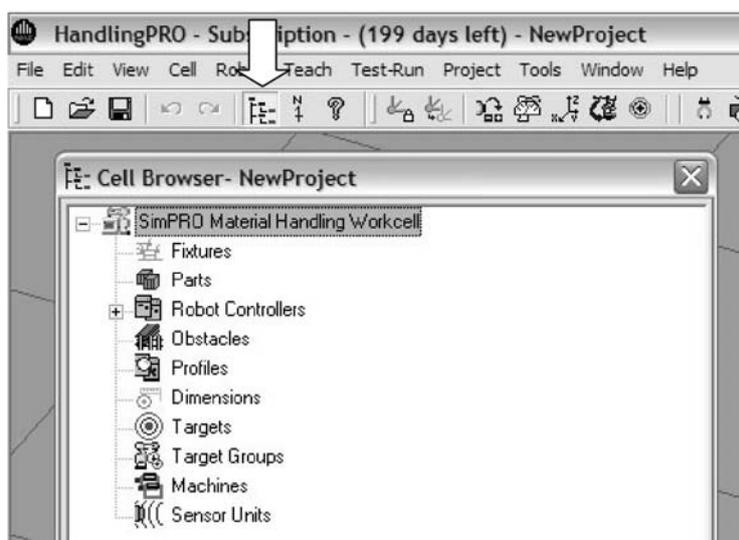


Рисунок 2.3 – Открытие дерева обозревателя проекта

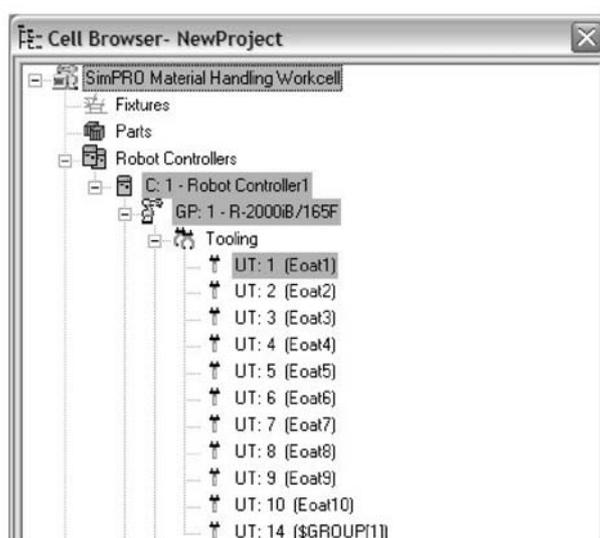


Рисунок 2.4 – Свойства инструмента работа

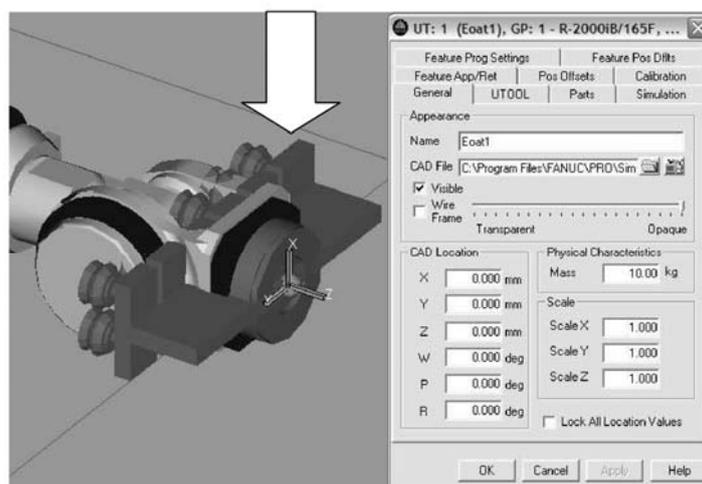


Рисунок 2.5 – Итог добавления инструмента

Для корректной установки инструмента необходимо в программе 3D-моделирования, в которой создавалась модель, привязать объект к началу системы координат (рисунок 2.6). CAD-модель инструмента может быть импортирована в Roboguide только в формате IGES.

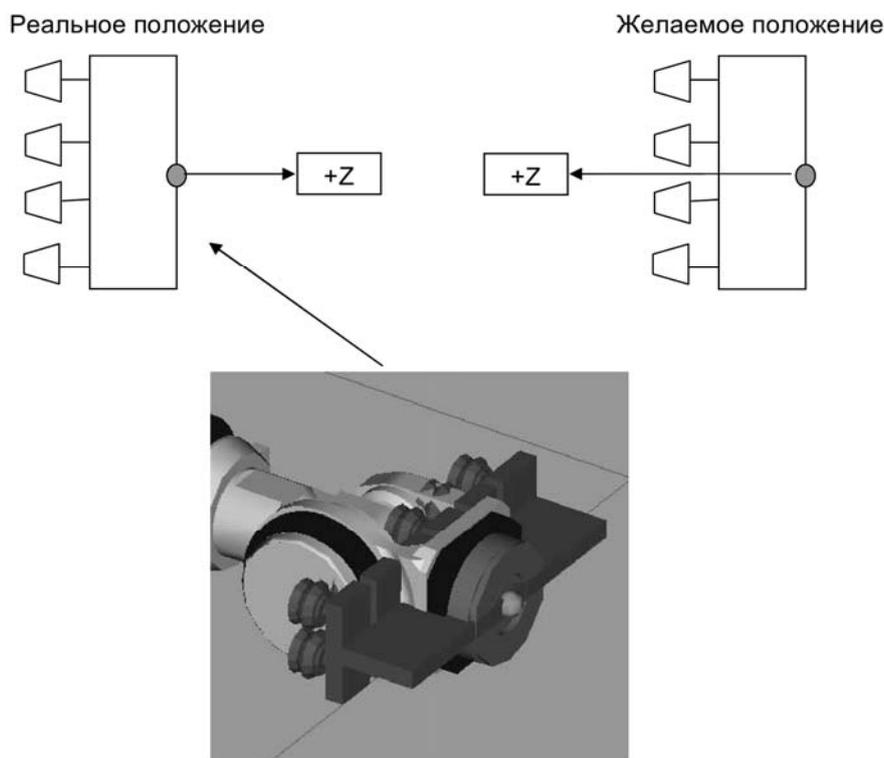


Рисунок 2.6 – Привязка объекта к началу системы координат

Вы можете позиционировать инструмент, вводя значения смещений и поворотов вокруг осей в соответствующие поля в окне свойств данного инструмента (рисунок 2.7).

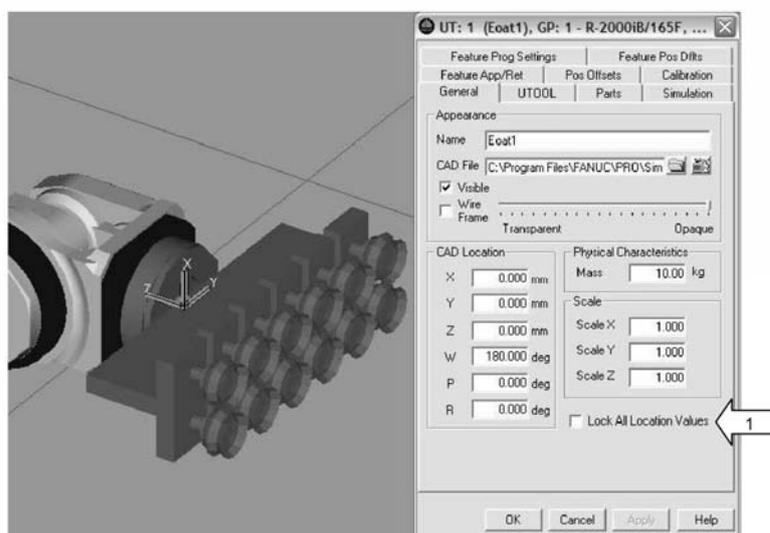


Рисунок 2.7 – Меню позиционирования инструмента

Поставьте «галочку» в пункте Lock All Location Values (Заблокировать все значения перемещений), чтобы зафиксировать инструмент.

Добавление фиксирующего приспособления (Fixture).

Фиксирующие приспособления включают в себя: конвейерные ленты (Conveyor), обрабатывающие станки FANUC (Machine), разное (Misc), электромоторы (Motors), паллеты (Pallets), стойки (Racks, Shelf), столы (Table). CAD-модель фиксирующего устройства может быть импортирована в формате IGES или создана в программном комплексе Roboguide с помощью простейших геометрических форм.

Пример добавления конвейера из библиотеки.

Правой кнопкой мышки кликните на пункте Fixtures (Приспособления), выберите пункт Add Fixture (Добавить приспособление) и кликните на пункте CAD Library (Библиотека моделей) (рисунок 2.8). Откройте вкладку Conveyor (Конвейер) и выберите файл Conveyor11.iges. Нажмите кнопку ОК (см. рисунок 2.8).

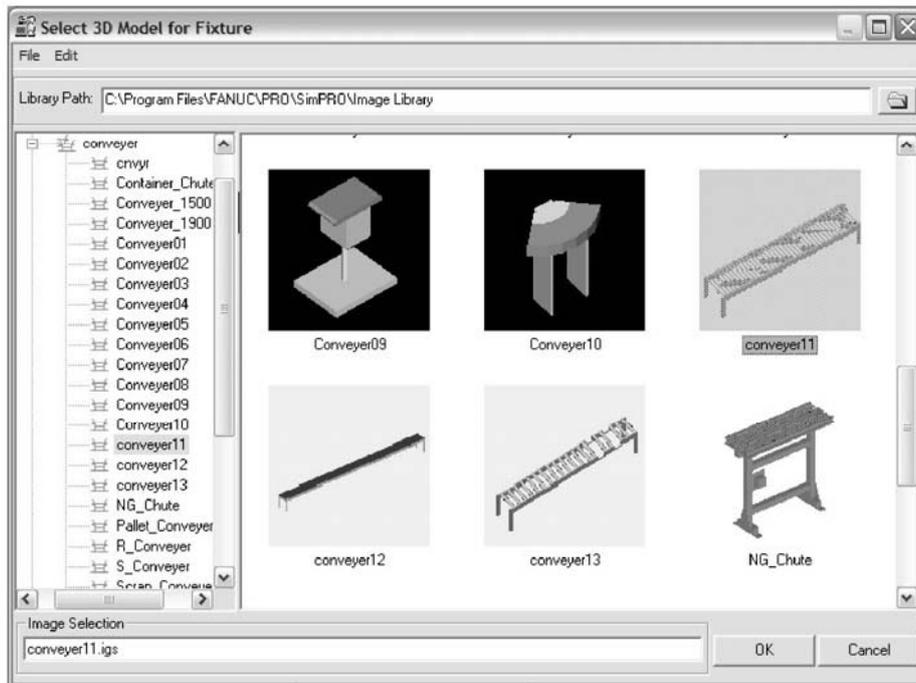
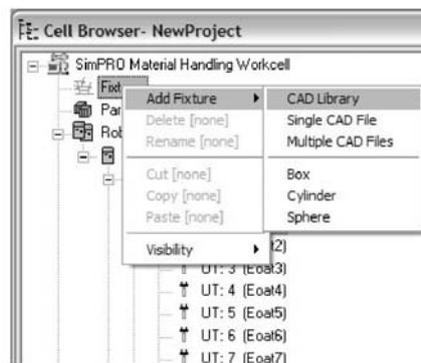


Рисунок 2.8 – Добавление конвейера из библиотеки

После того как модель конвейера была импортирована в проект, вы можете поместить ее в необходимом месте, перемещая и вращая ее за оси координат или введя координаты в соответствующие поля в свойствах объекта вручную.

Добавление детали (Part).

- 1 Откройте окно навигации.
- 2 Нажмите правой кнопкой мыши на Parts.
- 3 Добавьте деталь (Box).
- 4 Появится окно свойств детали. После редактирования свойств и нажатия кнопки ОК будет создана деталь.

Привязка детали к устройству позиционирования.

- 1 Откройте двойным нажатием на конвейер окно свойств.
- 2 Выберите вкладку Parts.
- 3 Поставьте галочку напротив нужной детали.
- 4 Нажмите на кнопку Apply.
- 5 Начальные точки детали и конвейера совместятся.
- 6 Поставьте галочку Edit Part Offset.
- 7 Позиционируйте деталь относительно конвейера с помощью перетаскивания за оси или прямым вводом координат.
- 8 Для завершения нажмите на кнопку Apply и затем на кнопку ОК.

2.2 Задания

- 1 Изучить:
 - основы офлайн-программирования робота;
 - системы координат, схему осей и рабочую зону робота;
 - программные инструкции (команды) движения робота.
- 2 Разработать программу для выполнения промышленным роботом транспортирования заготовок согласно варианту, выданному преподавателем.

Контрольные вопросы

- 1 В какой среде выполняется офлайн-программирование робота FANUC?
- 2 На каком программном языке выполняется офлайн-управление робота FANUC?
- 3 Какие сенсоры включены в компоновку робота FANUC?

3 Лабораторная работа № 3. Программирование промышленной робототехнической системы на базе робота FANUC M-710iC/50 для выполнения операций сварки

Цель занятия: ознакомиться с основами программирования промышленного робота FANUC M-710iC/50 в составе робототехнической системы при выполнении операций сварки.

3.1 Состав робототехнической системы

В состав робототехнической системы при выполнении операций сварки входят следующие компоненты:

- промышленный робот FANUC M-710iC/50;
- контроллер робота R-30iB Plus с пультом управления;
- двухосевой позиционер;
- блок подготовки воздуха;
- пульт оператора;
- фотобарьер;
- комплект роботизированного сварочного оборудования:
 - а) источник Binzel iROB Pulse 500;
 - б) устройство охлаждения Binzel iROB Cool;
 - в) устройство автоматической подачи сварочной проволоки Binzel iROB-feed;
 - г) роботизированная сварочная горелка Binzel Abirob W500;
 - д) устройство автоматической очистки горелки и обрезки сварочной проволоки Binzel.

3.2 Задания

- 1 Изучить состав робототехнической системы.
- 2 Изучить основы программирования робота FANUC M-710iC/50 в составе робототехнической системы.
- 3 Разработать программу для выполнения промышленным роботом операции сварки согласно варианту, выданному преподавателем.
- 4 Выполнить отладку программы.
- 5 Оформить отчет.

Контрольные вопросы

- 1 По какому интерфейсу связаны контроллер робота и сварочного оборудования?
- 2 Какой алгоритм подготовки системы на выполнение операции сварки?
- 3 Какие типы сварки выполняются на робототехнической системе?

4 Лабораторная работа № 4. Программирование промышленной робототехнической системы на базе робота FANUC M-710iC/50 для выполнения операций фрезерования

Цель занятия: ознакомиться с основами программирования промышленного робота FANUC M-710iC/50 в составе робототехнической системы при выполнении операций сварки.

4.1 Состав робототехнической системы

В состав робототехнической системы при выполнении операций сварки входят следующие компоненты:

- промышленный робот FANUC M-710iC/50;
- контроллер робота R-30iB Plus с пультом управления;
- двухосевой позиционер;
- блок подготовки воздуха;
- пульт оператора;
- фотобарьер;
- комплект роботизированного фрезерного оборудования:
 - а) электрошпиндель GDL80-20-30Z/2.2;
 - б) чиллер CW-3000;
 - в) блок подготовки воздуха;
 - г) стойка для инструмента с держателями для оправок ISO20.

4.2 Задание

- 1 Изучить состав робототехнической системы.
- 2 Изучить основы программирования робота FANUC M-710iC/50 в составе робототехнической системы.
- 3 Разработать программу для выполнения промышленным роботом операции фрезерования согласно варианту, выданному преподавателем.
- 4 Выполнить отладку программы.
- 5 Оформить отчет.

Контрольные вопросы

- 1 По какому интерфейсу связаны контроллер робота и фрезерного оборудования?
- 2 Какой алгоритм подготовки системы на выполнение операции фрезерования?
- 3 Какие типы фрезерования выполняются на робототехнической системе?

Список литературы

1 **Козырев, Ю. Г.** Применение промышленных роботов / Ю. Г. Козырев. – Москва : Кнорус, 2016. – 494 с.

2 **Климов, А. С.** Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке / А. С. Климов, Н. Е. Машнин. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар : Лань, 2011. – 240 с.