

**Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет
ім. Івана Пулюя**

**Факультет прикладних інформаційних технологій
та електроінженерії
Кафедра автоматизації технологічних
процесів і виробництв**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторної роботи №21
«Ознайомлення з основами роботи у середовищі програмного забезпечення
«Factory I/O» та запуск готового проекту»**

з курсу «Проектування систем автоматизації»

**для студентів спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології**

Тернопіль, 2018

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 21 на тему «Ознайомлення з основами роботи у середовищі програмного забезпечення «Factory I/O» та запуск готового проекту» з курсу «Проектування систем автоматизації» / Шкодзінський О.К., Пісьціо В.П., Сікора Д.А., Герасимів Ю.О. - Тернопіль: ТНТУ, 2018 - 20 с.

Для студентів спеціальності 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Укладачі: Шкодзінський О.К., Пісьціо В.П., Сікора Д.А., Герасимів Ю.О.

Методичні вказівки розглянуті, схвалені і затверджені на засіданні кафедри автоматизації технологічних процесів та виробництв Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (протокол № 11 від 26 лютого 2018 року).

Тема: Ознайомлення з основами роботи у середовищі програмного забезпечення «Factory I/O» та запуск готового проекту.

Мета: Ознайомитись з програмним середовищем «Factory I/O» для симуляції роботи заводського обладнання та набуття навичок запуску обладнання з керуванням від програмованого логічного контролера (PLC).

1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

1.1. Панелі, кнопки та індикатори

Після запуску програми «Factory I/O» з'являється вікно (рис.1), у якому є 3D віртуальний простір та Інтерфейс користувача.

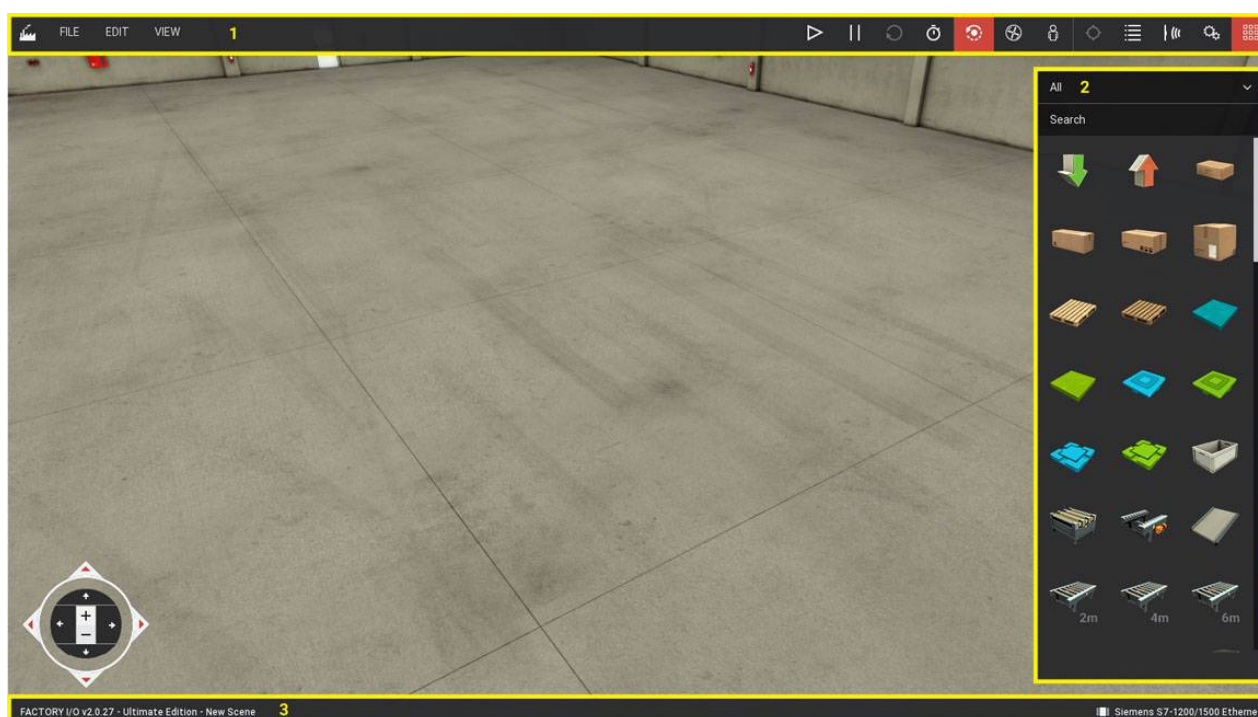


Рис.1. Вікно програми «Factory I/O»

Інтерфейс користувача складається з трьох частин:

1. Панель інструментів
2. Палітра
3. Рядок стану

У 3D-просторі віртуального цеху можна створювати нові чи використовувати готові моделі конвеєрів, автоматичних ліній та іншого устаткування для автоматизації виробництва. Дається змога комплектувати автоматизовану систему різноманітними об'єктами з бібліотеки (палітри) та налаштовувати її під вимоги та потреби конкретної виробничої задачі.

Кнопки панелі інструментів

Таблиця1 Кнопки панелі інструментів

	Welcome Menu	Забезпечує швидкий доступ до документації, підручників, сцен, оновлень та іншого
	Run/Edit	Перемикач режиму симуляції (Запуск/Редагування)
	Pause	Зупинка симуляції
	Reset	Перезавантаження симуляції
	Slow Motion	Сповільнення часу в режимі симуляції (x10)
	Orbit Camera	Вибір режиму «Орбітальна камера»
	Fly Camera	Вибір режиму «Літаюча камера» для довільного вибору ракурсу
	First Person Camera	Вибір режиму «Камера від першої особи»
	Follow a Part	Дозволяє обрати частину для наслідування
	Cameras Window	Відкриття вікна камери
	Sensors Tags	Показує / Приховує теги датчиків
	Actuators Tags	Показує / Приховує теги виконавчих пристроїв
	Palette	Показує / Приховує палітру

Палітра

У вікні панелі «Палітра» відображаються всі компоненти, що є наявні у «Factory I/O». При створенні сцени, слід з використанням комп'ютерної миші перетягувати компоненти з палітри у віртуальний простір.

Шляхом вибору категорії з випадного списку, є можливість бачити лише ті компоненти, які належать до обраної категорії. Також дається можливість знаходити потрібні компоненти за допомогою введення назви у полі пошуку **Search**.



Рис.2. Вікно «Палітра» у програмі «Factory I/O»

Рядок стану

Панель «Рядок стану» відображає інформацію про поточний стан «Factory I/O» а саме: поточна версія, випуск, назва сцени та обраний драйвер.



Рис.3 Рядок стану у програмі «Factory I/O»

Індикатор низької продуктивності (Low Performance Indicator)

Індикатор низької продуктивності (рис.4) з'являється, коли «Factory I/O» не може оновити картинку моделювання швидше від 15 кадрів за секунду. Це може призвести до небажаних візуальних стрибків та помилок у фізичних розрахунках.

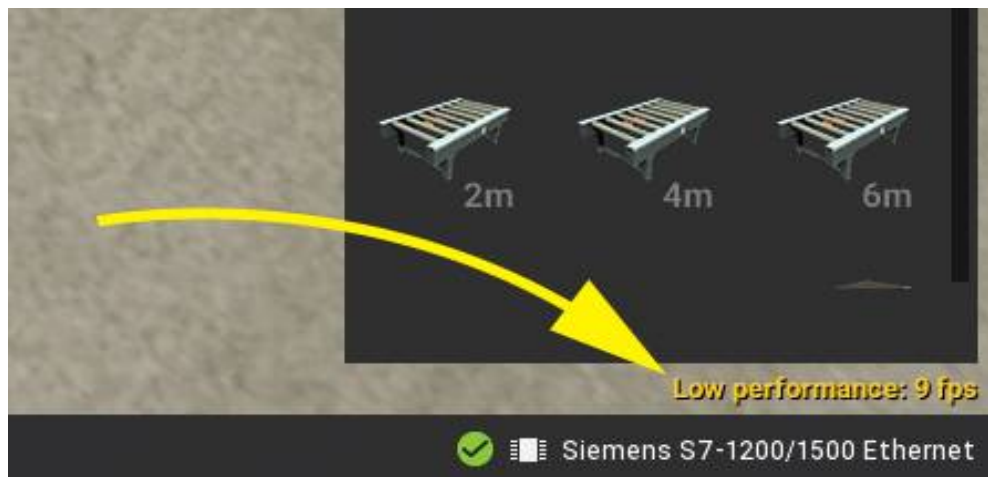


Рис.4. Індикатор низької продуктивності

Для покращення продуктивності можна виконати такі дії:

- 1) Зменшити розміри екрану (**Option > Video**);
- 2) Знизити якість відтворення відео (**Option > Video**);
- 3) Відключити V-Sync (**Option > Video**);
- 4) Зменшити кількість деталей у сцені, видаливши частини, які не використовуються.

Оскільки програма є досить ресурсозатратною то для виконання всіх її функцій потрібне відповідне апаратне та програмне забезпечення (див. табл.2.).

Таблиця 2 Системні вимоги

Операційна система	Windows 7 або вище
Процесор	Intel Core 2 Duo на 2 ГГц або AMD Athlon 64 x2 2 ГГц або вище.
Оперативна пам'ять	1 Гб або більше
Вільне місце на жорсткому диску	600 Мб
Відеокарта	NVIDIA з 2007 р. (GeForce 8 Series), картки AMD з 2007 р. (Radeon 2xxx Series), карт Intel з 2008 р. (GMA 4500); підтримка шейдерної версії 2.0 або вище.
Звук	DirectX сумісна звукова карта
DirectX	9.0c
Інше	.NET Framework 4.5

1.2. Камери у «Factory I/O»

Навігація та управління відеокамерами є ключовим моментом у використанні «Factory I/O». Майже кожне завдання вимагатиме навичок правильного використання цього інструменту для досягнення ефективних результатів при роботі з програмою. Камери використовуються при навігації у 3D-просторі, при редагуванні і створенні сцен та роботі з компонентами тощо.

Важливо у максимальній мірі оволодіти цим інструментом, бо від цього буде залежати зручність при роботі з програмою.

Існує три типи камер (рис.5): **Orbit (1)**, **Fly (2)** та **First Person (3)**. Кожна камера краще підходить для певних завдань, і користувач сам обирає найефективнішу залежно від дій, що виконуються. Можна робити перемикання між камерами кнопками на панелі інструментів, як показано на рисунку.

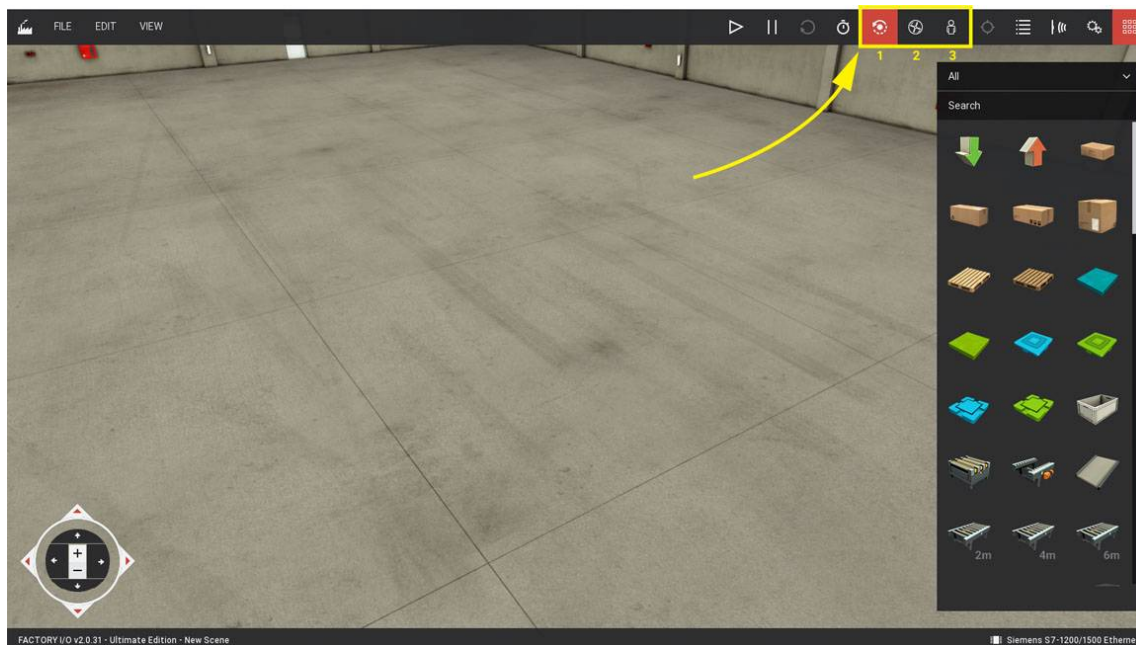


Рис.5. Перемикання між типами камер у програмі «Factory I/O»

Орбітальна камера (Orbit Camera)

Режим «Орбітальної камери» (**Orbit Camera**) було розроблено для полегшення дій при редагуванні, отже, він стає найбільше придатним при створенні сцен. Ця камера працює шляхом обертання навколо точки зацікавлення, який встановлюється за допомогою подвійного клацання лівою кнопкою миші (**ЛКМ**) на будь-якій частині 3D-простору і позначається білою крапкою.

Крім того, кожен раз, коли частина переміщується, точка зацікавлення автоматично встановлюється у центрі деталі. Можна зберегти точку зацікавлення у початковому положенні, натиснувши та утримуючи **LEFT SHIFT**.

Після того, як точка зацікавлення визначена, можна обертати камеру навколо неї, утримуючи **ПКМ** та переміщаючи мишку.

Нові деталі, які додаються з палітри, створюються на висоті, яка визначається цією точкою, за винятком частин, які зазвичай розташовуються на підлозі, таких, як конвеєри, станції тощо.

Для того, щоб розмістити невелику компоненту на більшій, наприклад, датчик на конвеєрі, спочатку визначають точку зацікавлення, де потрібно помістити невелику компоненту і потім цю частину слід перетягнути з палітри.

Таблиця 3. Комбінації клавіш при роботі з орбітальною камерою

Комбінація клавіш	Дія
x2 ЛКМ	Встановлює точку зацікавлення. Камера буде обертатися навколо цієї точки та компоненти будуть розташовуватися на цій висоті.
ПКМ + переміщення	Обертає камеру навколо точки зацікавлення
Середня кнопка миші (колесо) + переміщення	Встановлює камеру горизонтально
Колесо миші	Зближення та віддалення камери
Пробіл	Скидає положення і позицію камери на початкову за замовчуванням
W Up ↑	
S Down ↓	Рух камери назад
D Right →	Рух камери вправо
A Left ←	Рух камери вліво

Літаюча камера (Fly Camera)

Режим «Літаючої камери» використовується для вільного переміщення у 3D-просторі.

Ця камера стикається з компонентами сцени, але не виявляється датчиками.

Таблиця 4. Комбінації клавіш при роботі з літаючою камерою

Комбінація клавіш	Дія
x2 ЛКМ	Переміщує камеру в місце, де було двічі натиснуто ЛКМ
ПКМ + переміщення	Обертання камери
Колесо миші	Переключає камеру у вертикальне положення
ЛКМ + ПКМ	Рух камери вперед
W Up ↑	
S Down ↓	Рух камери назад
D Right →	Рух камери вправо
A Left ←	Рух камери вліво

Камера від першої особи (First Person Camera)

Режим «Камери від першої особи» встановлюється на висоті 1,80 м для моделювання і спостереження очима людини на фабриці. Ця камера також стикається з частинами сцени, але не виявляється датчиками.

Таблиця 5. Комбінації клавіш при роботі з камерою від першої особи

Комбінація клавіш	Дія
х2 ЛКМ	Переміщує камеру, де було двічі натиснуто ЛКМ
ПКМ + переміщення	Обертання камери
ЛКМ + ПКМ	Рух камери вперед
W	Рух камери вперед
S	Рух камери назад
A	Рух камери вліво
D	Рух камери вправо
Пробіл	Стрибок

1.3. Додаткові можливості роботи з камерами

Вікно камер (Cameras Window)

Відкриття «Вікна камер» (Cameras Window) дозволяє зберігати поточну камеру. Ця функція дозволяє після зміни перспективи огляду легко повернутися до раніше збереженої точки.

Перемикання між камерами можна робити подвійним клацанням ЛКМ на збереженій камері або з використанням клавіш PageUp / PageDown. Видалити камеру або відредагувати назву збережених раніше камер можна будь-коли.

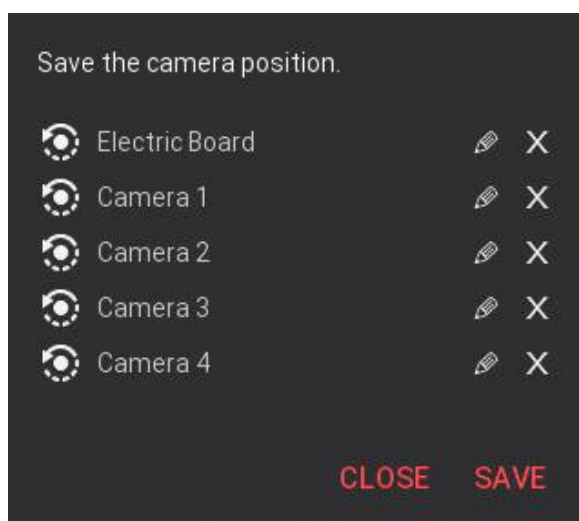


Рис. 6. «Вікно камер»

Camera Gizmo

Також є можливість виконувати більшість дій, перелічених вище, за допомогою «Camera Gizmo». Показати чи приховати цей засіб можна через «View Menu».

Таблиця 6. Функції, що реалізуються «Camera Gizmo»

	Orbit	Fly	First person
	Обертання (навколо точки зацікавлення)	Перегляд	Перегляд
	Переміщення	Переміщення	Переміщення
	Приближення/ Віддалення	Вертикальне переміщення	Стрибок

Follow a Part

Інструмент **Follow a Part** дозволяє Орбітальній камері слідкувати за окремим елементом. Це додаткова можливість відслідковувати послідовність виконуваних подій і перевірити можливі несправності.

Щоб розпочати спостереження за елементом, слід обрати кнопку **Follow a Part** на панелі інструментів і потім клацнути ЛКМ на частині, за якою необхідно слідкувати.



Рис. 7. Кнопка «Follow a Part»

Для того, щоб зупинити спостереження, потрібно двічі клацнути ЛКМ на пустому місці віртуального (робочого) простору сцени або натиснути клавішу ESC.

1.4. Режими роботи програми «Factory I/O»

«Factory I/O» може працювати у двох різних режимах: **РЕДАГУВАННЯ** та **ЗАПУСК**.

1.4.1. Режим редагування (Edit Mode)

В режимі редагування є можливість відкривати, редагувати, створювати, зберігати та видаляти сцени.

У самих сценах можна змінювати розміщення компонентів, трансформувати їх та модифікувати.

Створення (Creating)

Компонента створюється шляхом перетягування потрібного елемента з палітри у 3D-простір. Також, передбачено можливість створювати нові компоненти дублюванням уже раніше створених: для цього слід обрати потрібну компоненту, натиснути й утримувати клавішу **ALT** та перетягнути скопійовану частину на нове місце у робочому просторі. Слід звернути увагу на те, що, якщо дубльована частина виділена червоним паралелепіпедом (рис.8), то вона перетинає якусь іншу готову компоненту і буде видалена при такому хибному встановленні

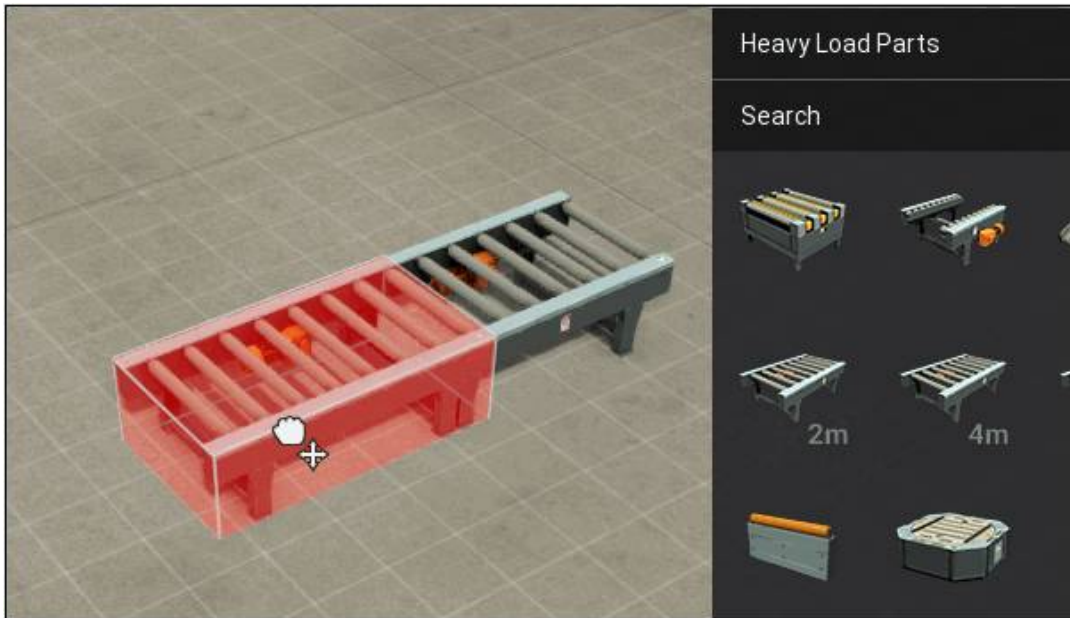


Рис.8. Перетинання дубльованим елементом іншого елемента

Виділення (Selecting)

Окрему частину можна виділити просто клацнувши на ній **ЛКМ** (рис.9).

Як альтернативу, також можна обрати декілька частин одразу за допомогою **Rectangle Selection Tool**: затиснути ліву кнопку миші на тлі робочого простору сцени і окреслити прямокутник, який перетинатиме ті частини, які необхідні. Після цього виділені елементи будуть додані до вибірки виділення.

Можна додавати або видаляти елементи з виділення, натиснувши **Ctrl** та натискаючи **ЛКМ** при обранні потрібних.

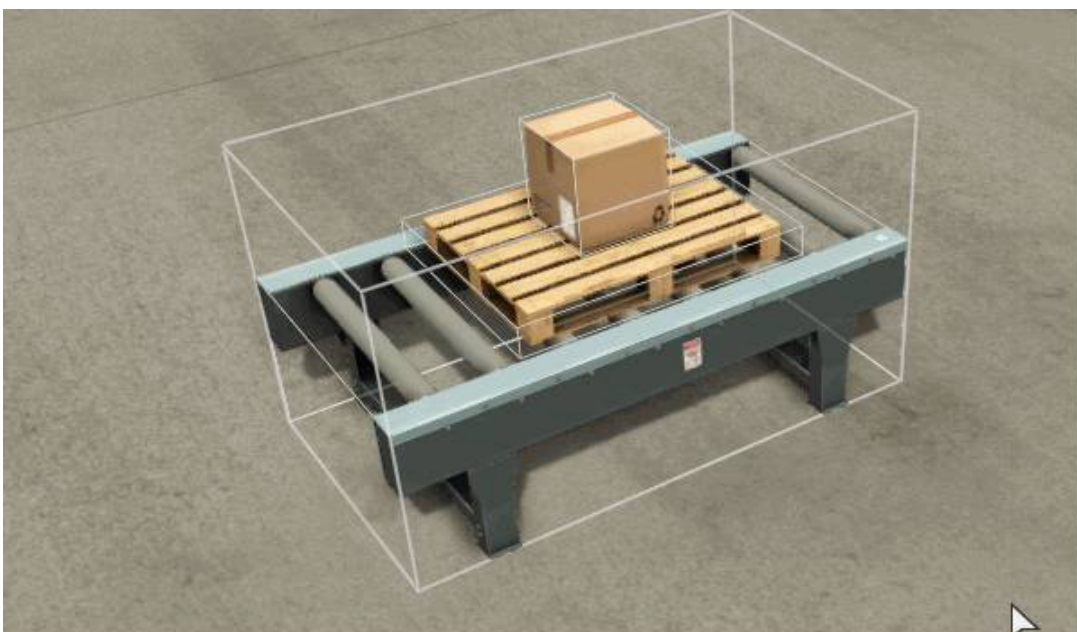


Рис.9. Виділення елемента

Видалення (Deleting)

Щоб видалити частину або групу потрібно клацнути на ній або виділити потрібне і натиснути клавішу **Delete**.

Переміщення (Translating)

Щоб перемістити потрібну частину або групу слід клацнути на ній або виділити і утримуючи **ЛКМ** перемістити у потрібне місце. За замовчуванням, частини переміщуються по горизонталі (рис.10).

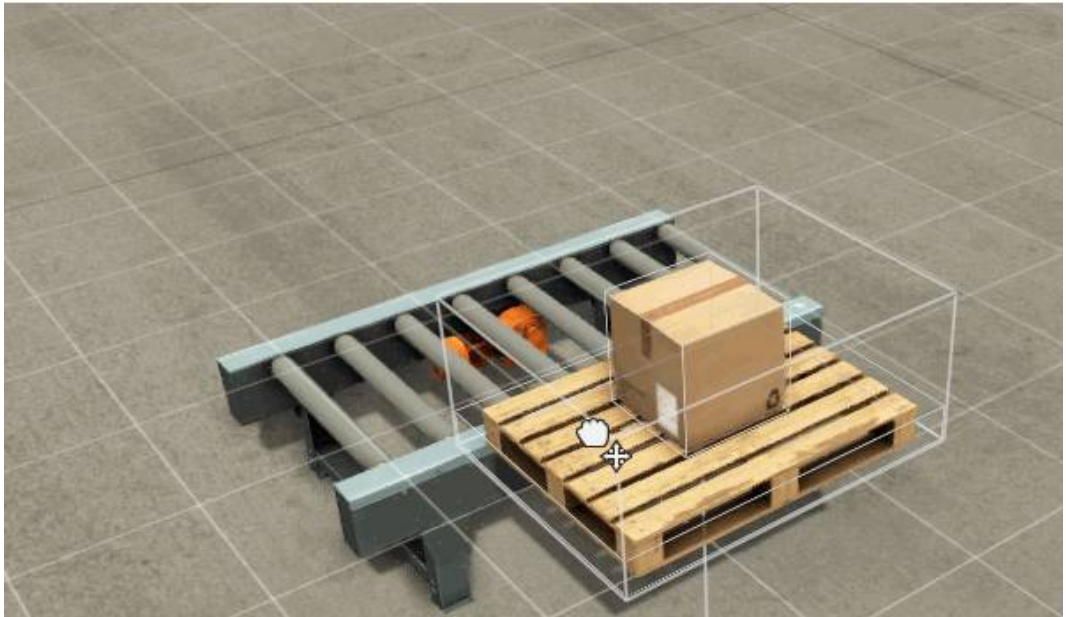


Рис.10. Переміщення елементів по горизонталі

Для того, щоб переміщувати елементи вертикально, слід додатково затиснути клавішу **V** і, утримуючи **ЛКМ**, перетягувати вгору або вниз.

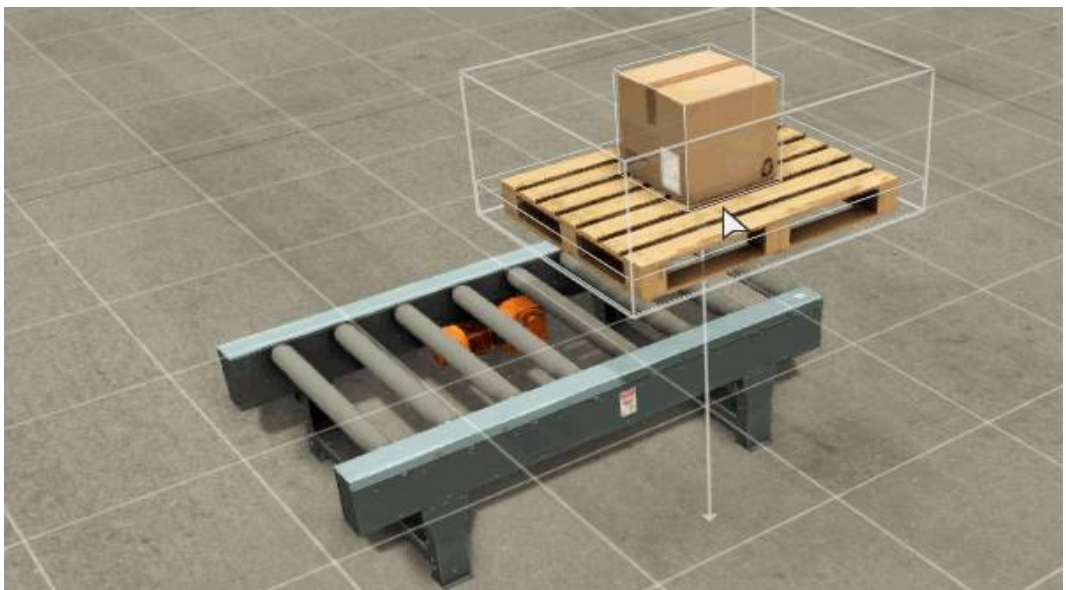


Рис.11. Переміщення елементів по вертикалі

«Factory I/O» використовує інтелектуальний алгоритм зіткнень, який дозволяє розміщувати елементи лише на дійсних позиціях. Така особливість симулятора робить створення 3D-сцени зручнішим та дозволяє робити проектування у більшій мірі схожим до реальності.

Обертання (Rotating)

Щоб здійснити повертання, необхідно обрати частину або групу і натиснути одну з таких клавіш: **Y (Yaw)**; **R (Roll)**; **T (Pitch)**.

Залежно від того, як потрібно обертати – використовується відповідна кнопка. Слід звернути увагу, що більшість елементів дозволяють повороти лише на 90°, тоді як датчики можуть вільно обертатися навколо власної осі.

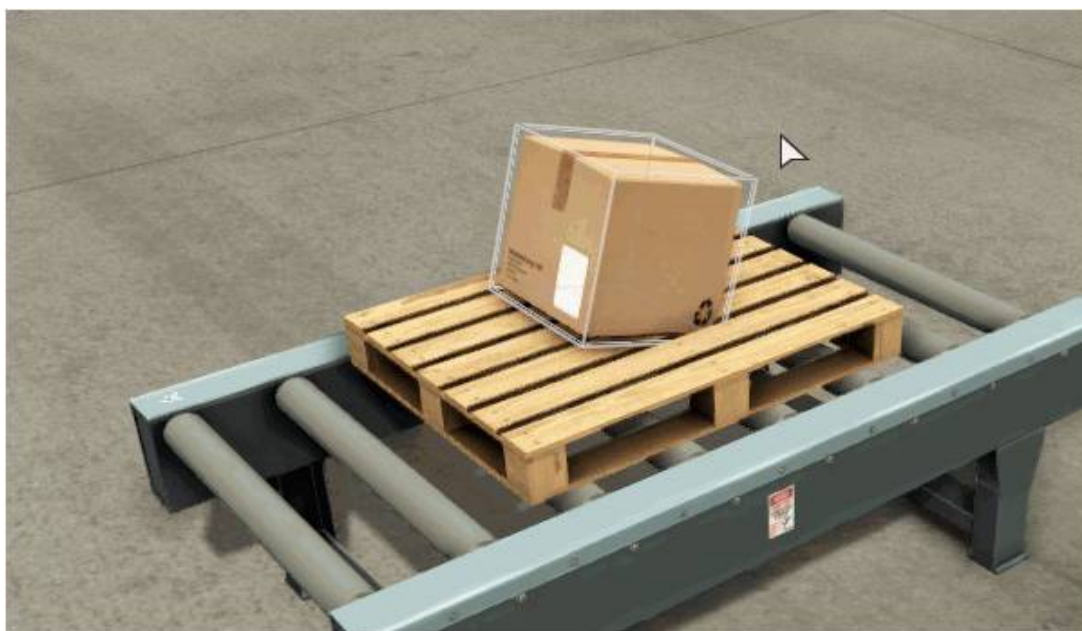


Рис.12. Обертання елементів

Частини, які при обертанні обведені червоним прямокутником і перетинають інші частини або не поміщаються і не встановлюються в правильне положення – будуть видалені.

Групування (Grouping)

Частини можуть бути згрупованими для полегшення виконання декількох операцій одразу.

Слід обрати елементи, які потрібно згрупувати та натиснути комбінацію клавіш **Ctrl + G**, щоб згрупувати їх разом.

Можна обирати декілька окремих частин. Для цього потрібно обирати їх, натиснувши клавішу **Ctrl**. Для того, щоб розгрупувати групу – слід обрати цю групу і натиснути **Ctrl + G** повторно.

1.4.2. Режим запуску (Run)

У робочому режимі сцена моделюється в режимі реального часу і може керуватися вручну або за допомогою зовнішнього контролера (наприклад PLC).

Курсор миші у вигляді «руки» ідентифікує деталі, з якими можна взаємодіяти.

Щоб перемістити віртуальний об'єкт слід клацнути ЛКМ і перетягти його в інтерактивну частину.

Щоб заблокувати обертання під час руху слід утримувати клавішу **Shift**.

Моделювання може бути припинене й відновлене в будь-який момент часу. Призупинення сцени дозволяє перевіряти стан кожного приводу і датчика, а також здійснити налагоджувальні операції на контролері.

Крім того, сцена може бути запущена у повільному русі (**Slow Motion**), що дозволяє ретельніше аналізувати поведінку приводів, датчиків та елементів. Це може бути корисним, особливо на сценах зі швидкорухомими частинами і деталями.

2. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ


1. Запустити **CODESYS Control Win V3**.
2. Запустити **CODESYS V3.5 SP10**.
3. Відкрити готовий проект через верхнє меню **File / Open Project (ctrl+O) / DATA(D:) / FACTORY_I_O / Laboratorna_robota_№_21 / Codesys / Factory_Lab_21** (Текст програми подано у Додатку А.)
4. Запустити готовий проект через меню панелі інструментів **Online / Login**
5. Сховати поточне вікно у панель задач. Запустити програму Factory I/O.
Далі завантажити готову сцену через меню панелі інструментів: **File / Open / My Scenes / Laboratorna_robota_№_21**.
6. У випадку, коли у рядку стану відсутній вибір віртуального контролера (висвітлюється піктограма  **None**, як показано на рисунку нижче), з впадного вікна **DRIVER** слід вибирати **OPC Client Data Access**.




Рис.13. Вибір драйвера

Якщо все вірно зроблено то вікно драйвера повинно мати такий вигляд:



Рис.14. Вікно драйвера, готового до роботи

Через кнопку повернення знову відкрити робочий простір проекту.

7. Далі для запуску процесу симуляції натиснути на кнопку . Спостерігати за візуалізацією процесу роботи обладнання.

3. ЗМІСТ ЗВІТУ ПО РОБОТІ

- 1) На титульній сторінці креслярським шрифтом вказати назву закладу, кафедри, назву і номер роботи, прізвище, ініціали, номер групи виконавця, прізвище та ініціали викладача, який керував роботою, рік виконання роботи.
- 2) Вказати тему та мету роботи.
- 3) Продемонструвати виконану роботу за допомогою скріншотів.
- 4) Подати текст програми, доповнивши його коментарями.
- 5) Написати висновок до лабораторної роботи.

4. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 1) Які існують типи камер у програмі Factory I/O та яка між ними відмінність?
- 2) Яка інформація відображається у рядку стану?
- 3) Що відбудеться з дубльованою частиною яка забарвлена червоним кольором якщо її встановити в такому положенні?
- 4) За допомогою яких клавіш можна здійснювати обертання елемента?
- 5) За допомогою якої клавіші можна встановити точку зацікавлення у початкове положення?

5. ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. About FACTORY I/O [Електронний ресурс] / NEXT-GEN PLC TRAINING 3D FACTORY SIMULATION. Режим доступу: <https://factoryio.com/docs/>

Зміст

Тема.....	3
Мета.....	3
1. Теоретичні відомості.....	3
1.1. Панелі, кнопки та індикатори	4
1.2. Камери у Factory I/O.....	7
1.3. Додаткові можливості роботи з камерами.....	9
1.4. Режими роботи програми «Factory I/O».....	11
1.4.1. Режим редагування.....	11
1.4.2. Режим запуску.....	15
2. Порядок виконання роботи.....	14
3. Зміст звіту.....	17
4. Контрольні запитання.....	17
5. Перелік посилань	17
Зміст.....	18

Текст програми

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
    State:BYTE:=0;
    h:BOOL;
    Number:INT:=0;
    T1:TON;
END_VAR

T1(IN := FIO.iAtLoadPos , PT:= T#1S);

IF FIO.kReset THEN state:=0;
END_IF

CASE state OF
    0:
        FIO.oEntryConveyor:=TRUE;
        FIO.oLoad := TRUE;
        FIO.oTurn:=FALSE;
        FIO.oUnload:=FALSE;

        IF FIO.iLowBox THEN state:=1;
        END_IF

    1:
        IF T1.Q
        THEN state:= 2;
        END_IF

    2:
        FIO.oEntryConveyor:=FALSE;
        IF FIO.iAtUnloadPos THEN state:=3;
        IF Number=0 THEN Number:=1;
        ELSE Number:=0;
        END_IF
        END_IF

    3:
        FIO.oLoad:=FALSE;
        IF NUMBER=0 THEN State:=4;
        ELSE state :=5;
        END_IF

    4:
        FIO.oLoad:=TRUE;
        IF FIO.iAtUnloadPos=FALSE THEN state:=0;
        END_IF

    5:
        FIO.oTurn:=TRUE;
        IF FIO.iLimit90=TRUE THEN state:=6;
```

```
END_IF

6:
FIO.oUnload:=TRUE;
IF FIO.iAtLoadPos=TRUE THEN state:=7;
END_IF

7:
IF FIO.iAtLoadPos=FALSE THEN state:=8;
END_IF

8:
FIO.oTurn:=FALSE;
FIO.oUnload:=FALSE;
IF Fio.iLimit0 THEN STATE:=0;
END_IF

END_CASE
```