

УДК 62.52

Рыбалев Андрей Николаевич

Амурский государственный университет,
г. Благовещенск, Россия
e-mail: amgu_appe@mail.ru

Rybalev Andrey Nikolaevich

Amur State University,
Blagoveshchensk, Russia
e-mail: amgu_appe@mail.ru

Алеко Михаил Александрович

Амурский государственный университет,
г. Благовещенск, Россия
e-mail: amgu_appe@mail.ru

Aleko Mikhail Alexandrovich

Amur State University,
Blagoveshchensk, Russia
e-mail: amgu_appe@mail.ru

Дорофеева Татьяна Александровна

Амурский государственный университет,
г. Благовещенск, Россия
e-mail: amgu_appe@mail.ru

Dorofeeva Tatiana Alexandrovna

Amur State University,
Blagoveshchensk, Russia
e-mail: amgu_appe@mail.ru

**ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ В ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЯХ СИСТЕМ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ****MOTION VISUALIZATION IN SIMULATION MODELS OF AUTOMATED
CONTROL SYSTEMS**

Аннотация. В статье описываются промежуточные итоги разработки имитационных моделей систем автоматизированного управления с визуализацией движения управляемых объектов.

Abstract. The article describes the intermediate results of the development of automated control systems simulation models with visualization of the controlled objects movement.

Ключевые слова: 3D-модель, имитация, автоматическое управление.

Key words: 3D-model, simulation, automatic control.

DOI: 10.22250/jasu.93.19

Введение

В [1, 2] представлены многочисленные разработки, выполненные на кафедре автоматизации технологических процессов и электротехники Амурского государственного университета в направлении создания имитационных моделей автоматизированных систем управления. Во всех моделях, кроме одной, для визуализации технологического процесса и хода управления им были задействованы ин-

струменты систем программирования ПЛК (SoftLogic) и систем класса SCADA. В имитационной модели системы управления электромеханическим роботом (реально существующей и действующей лабораторной установки), кратко описанной в [1], для визуализации движения была использована разработанная в САПР Solid Works 3D-модель, импортированная в Simulink (Matlab). Модель позволяла непосредственно в ходе процесса имитационного моделирования наблюдать движение звеньев робота, применяя стандартные для подобного рода моделей операции масштабирования, изменения ориентации и т.д. Такой подход к визуализации объекта управления и рассматривается в данной статье. Визуализация движения производится не на операторском экране (где это тоже в принципе может происходить, но в упрощенном, схематизированном виде и по результатам измерений), а на стороне объекта, «вживую» (поскольку 3D-модель жестко привязана к Simulink-модели объекта).

Технология

В библиотеке среды Simulink имеется набор блоков (blockset) Simscape Multybody [3], предназначенный для моделирования механических систем. Несмотря на обширные возможности набора, построить с его помощью модель достаточно сложной механической системы непросто, поскольку для этого необходимо определять тензоры моментов инерции элементов, учитывать координаты их расположения и т. д. Для облегчения моделирования компания MathWorks предлагает (бесплатно) специализированный CAD-транслятор, делающий возможным создание динамических моделей механизмов в Simscape Multibody на основе их твердотельных моделей, разработанных в CAD-системах. При запуске такой Simulink-модели автоматически создается и открывается отдельное окно 3D-визуализации механизма. Подробно технология создания и переноса моделей описана в [4]. Для связи Simulink-модели с виртуальным контроллером задействован протокол OPC [5].

Упрощенная 3D-модель козловой крана

В качестве объекта управления был выбран «виртуальный» козловой кран (рис. 1). Выбор в основном был связан с тем, что при относительно простой конструкции механизма его рабочий орган (крюк) может перемещаться в трех измерениях.

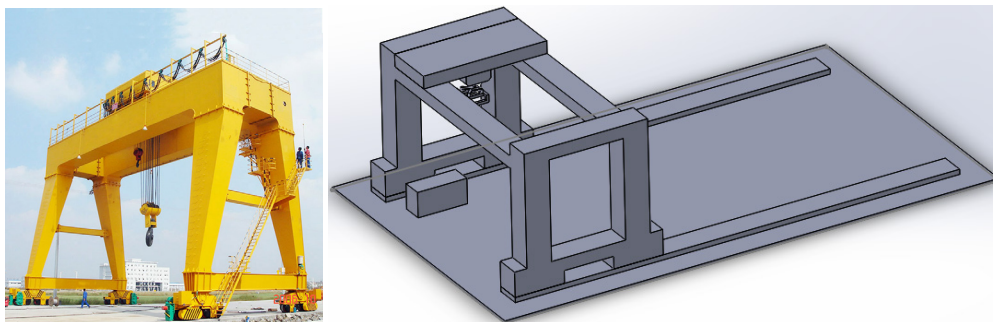


Рис. 1. Козловой кран и его упрощенная 3D-модель.

Модель крана была намеренно предельно упрощена. Сборка Solid Work состоит всего из нескольких деталей: неподвижной плоскости с рельсами; ригеля, совмещенного с опорами, движущимися по рельсам; тележки, перемещаемой по ригелю; захвата (крюка), перемещающегося вертикально.

Отдельным элементом модели является контейнер (груз), представленный обыкновенным параллелепипедом.

Модель допускает все необходимые перемещения одних деталей относительно других.

Simulink-модель объекта управления

После сохранения 3D-модели в формате XML она была транслирована в Simulink, при этом автоматически был создан набор связанных между собою блоков Simscape Multybody (верхний ряд блоков на рис. 2) и окно визуализации, показанное на рис. 3.

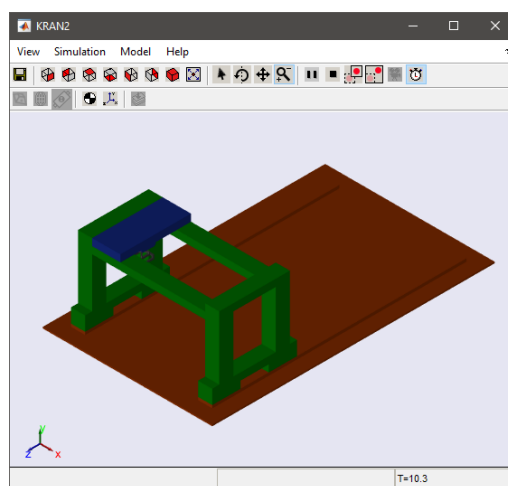


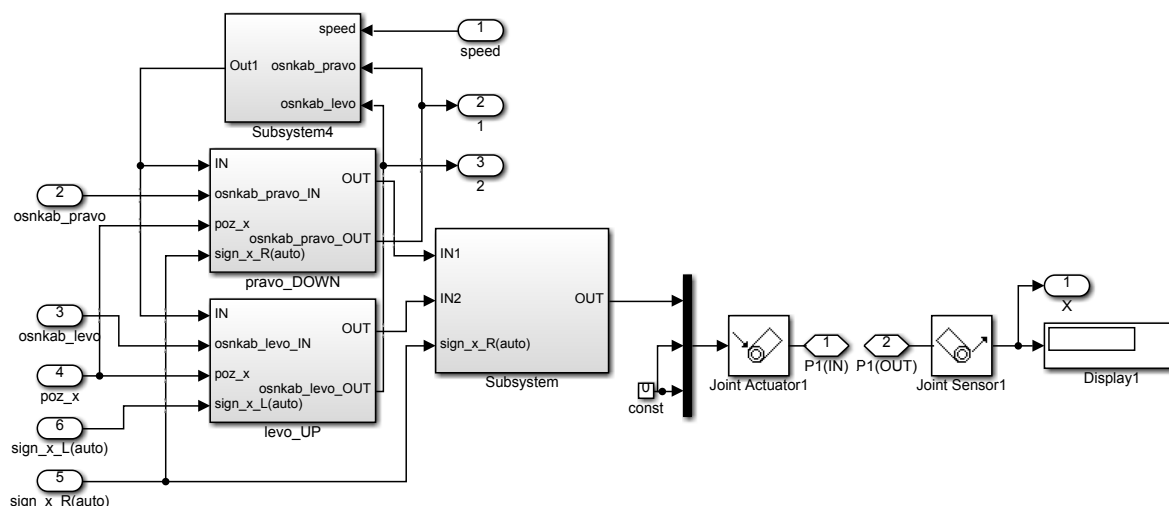
Рис. 3. Окно визуализации движения.

В проекте задействованы следующие блоки Simscape Multybody: Ground – неподвижная заземленная точка, подключенный к его входу блок задает механические параметры для одного механизма; Wade – неподвижное соединение звеньев; Body – твердое настраиваемое тело, для которого задаются (в нашем случае автоматически) масса и момент инерции, координаты центра тяжести и т.д.; Prismatic – поступательная кинематическая пара. В настройках блока указывается координата, относительно которой выполняется движение.

Соединения между телами представляют относительные степени свободы. Для приведения тел в движение задействуются блоки JointActuator, а для измерения положения тел – блоки JoinSensor. Эти блоки размещены в подсистемах Simulink-модели, показанной на рис. 2.

Для управления «механической частью» модели разработаны подсистемы на основе обычных Simulink-блоков. На рис. 4 в качестве примера развернута подсистема управления по одной из осей.

Рис. 4. Подсистема управления приводом одной оси.



Подсистема реализует как «ручное» управление посредством соответствующих дискретных команд, так и «автоматический режим», в котором механизм «самостоятельно» приводится в заданную позицию. Последняя возможность введена исключительно для отладочных целей, поскольку в составе комбинированной системы модель управляется дискретными сигналами, формируемыми программой управления виртуального контроллера. Сопряжение с «механикой» производится посредством блоков JointActuator и JoinSensor.

Для связи с виртуальным контроллером в Simulink-модели (рис.2) задействованы стандартные блоки OPC Read и OPC Write. Настройка соединения производится блоком OPC Configuration.

Контроллерный уровень

Контроллерный уровень представлен виртуальным контроллером PLC WinNT [5]. В среде CoDeSys разработаны программа управления и экран визуализации (рис. 5).

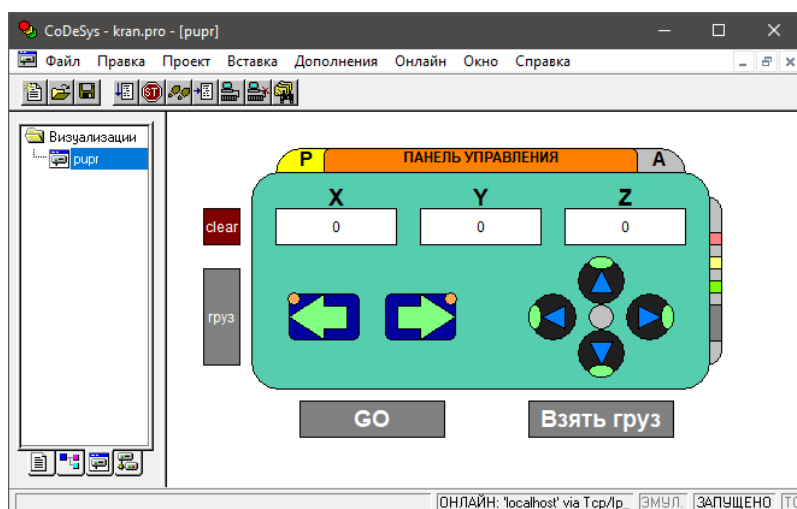


Рис. 5. Основной экран визуализации и управления.

Программа и экран позволяют: управлять «краном» в ручном режиме с помощью «пульта» экрана визуализации; выбирать скорость движения (опция позволяет ускорить процесс имитации движения); имитировать процесс автоматической расстановки контейнеров на площадке по программе. После нажатия на кнопку пульта кран занимает позицию для подъема контейнера, подцепляет его и переносит на определенное ему место. Потом он возвращается в начальное положение, в котором ожидает нового груза и повторного нажатия на кнопку.

Заключение

На текущем этапе разработки получен действующий прототип имитационной модели системы управления движением с 3D-визуализацией объекта управления. Несмотря на то, что модель объекта является предельно упрощенной, подход представляется перспективным, поскольку делает процесс имитационного моделирования очень наглядным. Дальнейшим развитием работы видится создание более детализированных и, следовательно, более адекватных моделей объектов. Основным препятствием на этом пути является рост требований к вычислительной мощности и объему памяти компьютеров, на которых может быть развернута система. Однако эта проблема вполне решаема.

1. Рыбалев, А.Н. Имитационное моделирование АСУ ТП при проектировании и в учебном процессе. Часть 1 // Вестник Амурского гос. ун-та. – 2018. – Вып. 81. – С.77-81.

2. Рыбалев, А.Н. Имитационное моделирование АСУ ТП при проектировании и в учебном процессе. Часть 2 // Вестник Амурского гос. ун-та. – 2018. Вып. 83. – С.41-48.

3. Щербаков, В.С. Моделирование и визуализация движений механических систем в MATLAB. Учебное пособие / В.С. Щербаков, М.С. Корытов, А.А. Руппель, В.А. Глушец, С.А. Милушенко. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2007. – 84 с.

4. Блинов, О.В. Исследование механических систем в среде SimMechanics (MatLab) с использованием возможностей программ трехмерного моделирования. Методические указания для лабораторного практикума по дисциплинам «Теория механических цепей», «Технология системного моделирования», «Моделирование систем», «Динамические модели сложных систем» / О.В. Блинов, В.Б. Кузнецов. – Иваново, 2012. – 19 с.

5. Рыбалев, А.Н., Николаец, Ф.А. Разработка и эмулирование АСУ ТП с использованием программ разных производителей и типов // Вестник Амурского гос. ун-та. – 2014. – Вып. 56. – С. 73-82.