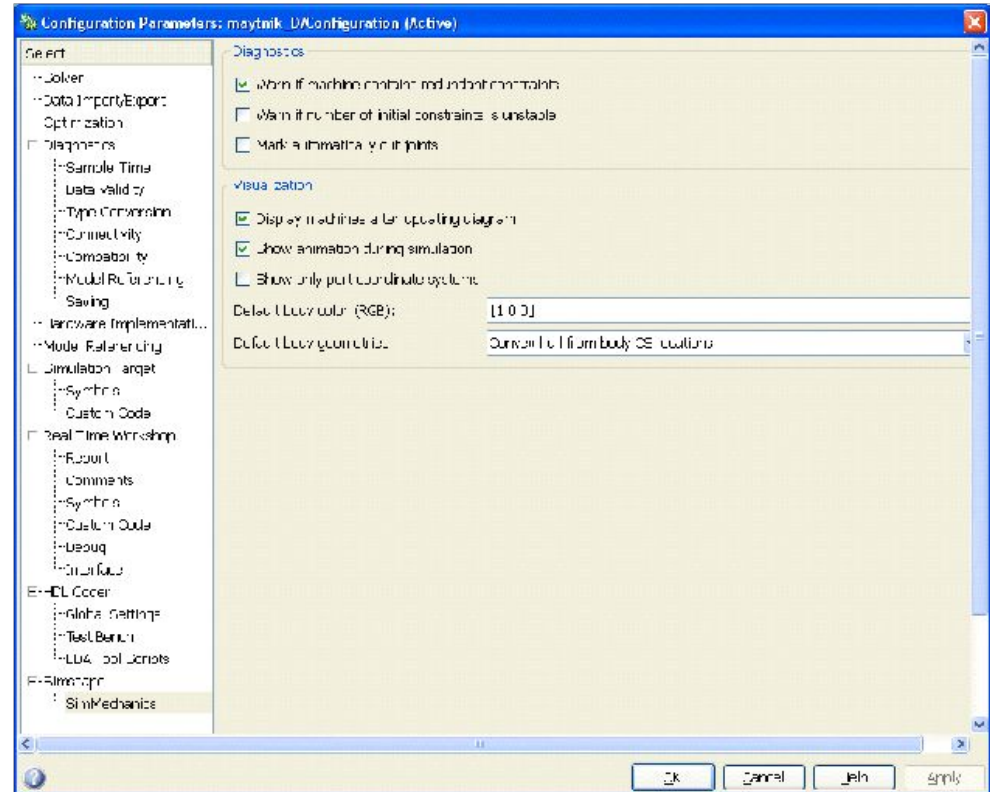
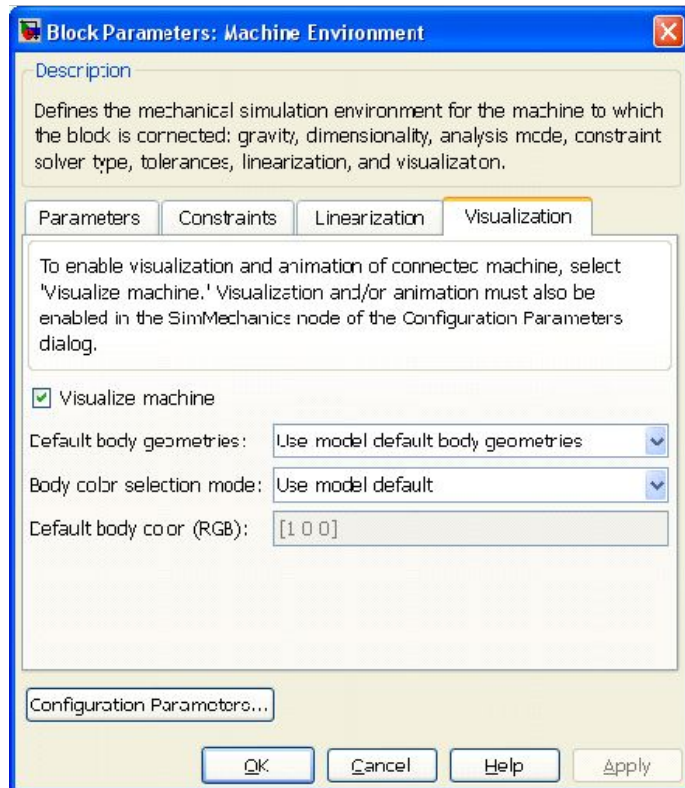
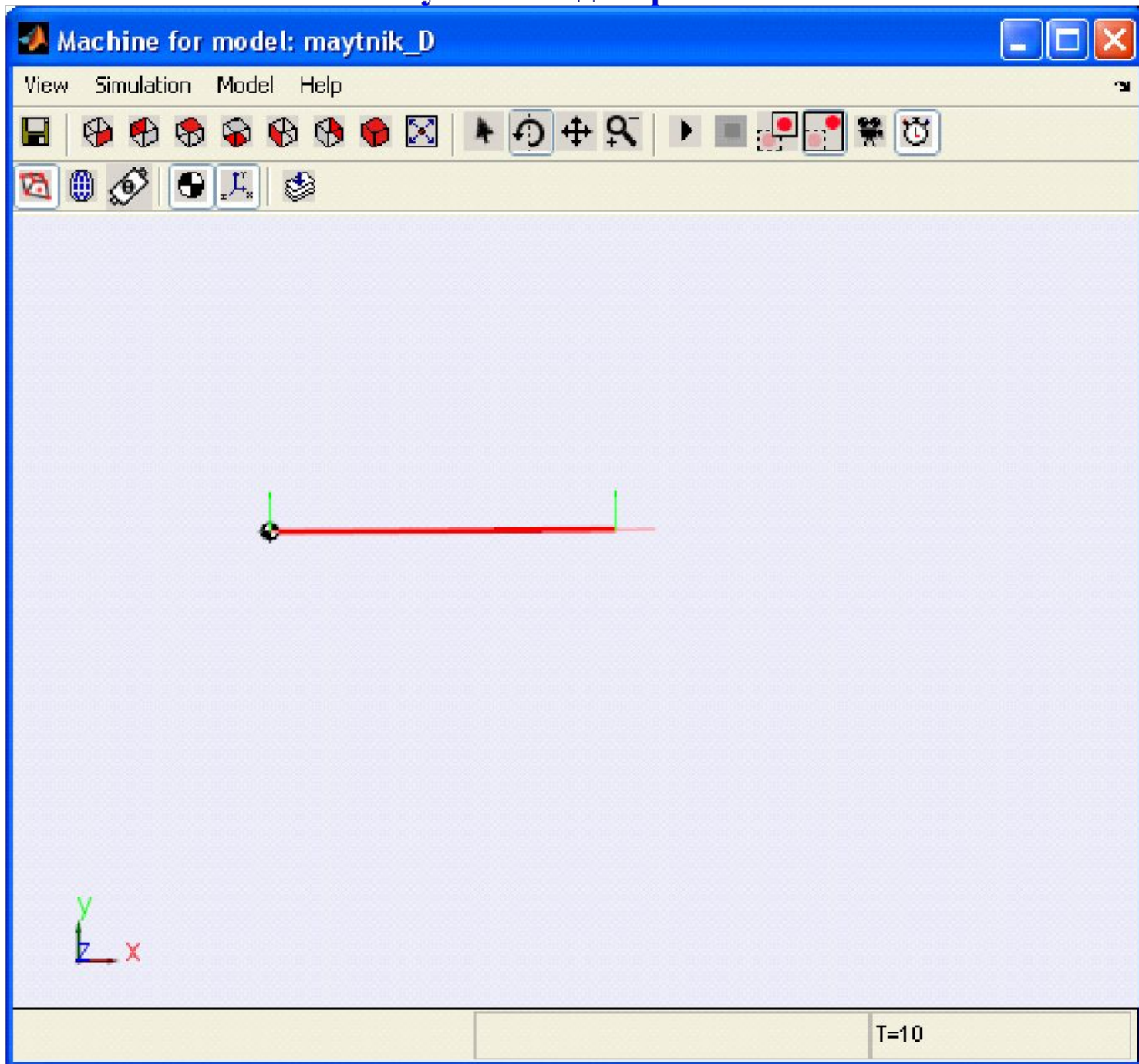
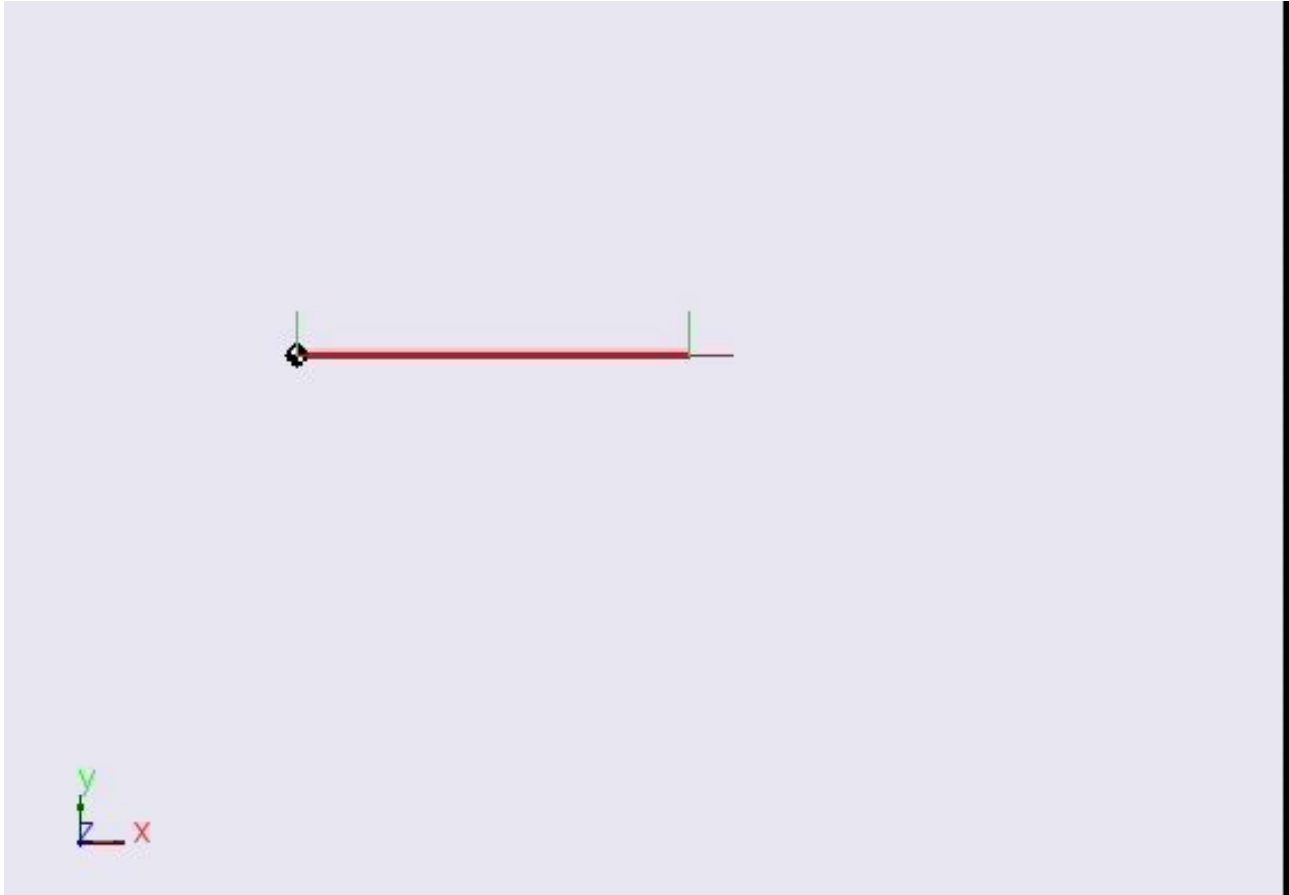


Использование визуализации в SimMechanics

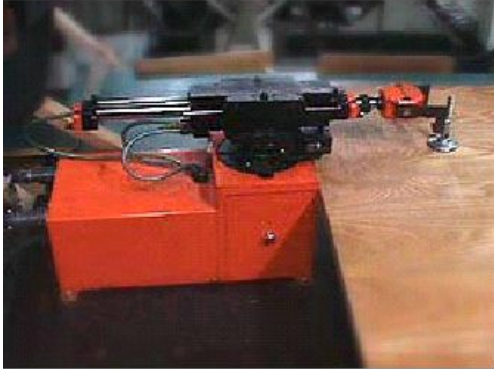


Результат моделирования





Робот МП-9С



Метод имитационного моделирования

Имитация - это "численный метод проведения на вычислительных машинах с математическими моделями, описывающими поведение сложным систем в течение продолжительных периодов времени". Принципиальное отличие имитационного эксперимента от реального заключается в том, что в процессе имитации эксперимент проводится не с самой системой, а с ее моделью.

Целесообразность применения имитационного моделирования роботов как в составе РТК, так и отдельно, определяется следующими причинами:

1. решение задачи аналитическими методами либо невозможно, либо крайне сложно;
2. кроме получения средних значений выходных переменных необходимо наблюдение за их изменением в течение некоторого промежутка времени;
3. с помощью метода имитационного моделирования могут быть построены модели, отражающие большую совокупность элементов рассматриваемой системы;
4. имитационное моделирование свободно от ограничений, присущих аналитическим методам;
5. на имитационной модели можно провести эксперименты, которые на реальном объекте по ряду причин провести невозможно;
6. имитационное моделирование позволяет проводить долговременные эксперименты путем сжатия временной шкалы;
7. результаты имитационного моделирования наглядны и легко интерпретируемы;
8. имитация поведения объекта дает представление о том, какие переменные системы наиболее существенны и как они взаимодействуют, практически еще до создания самого объекта.

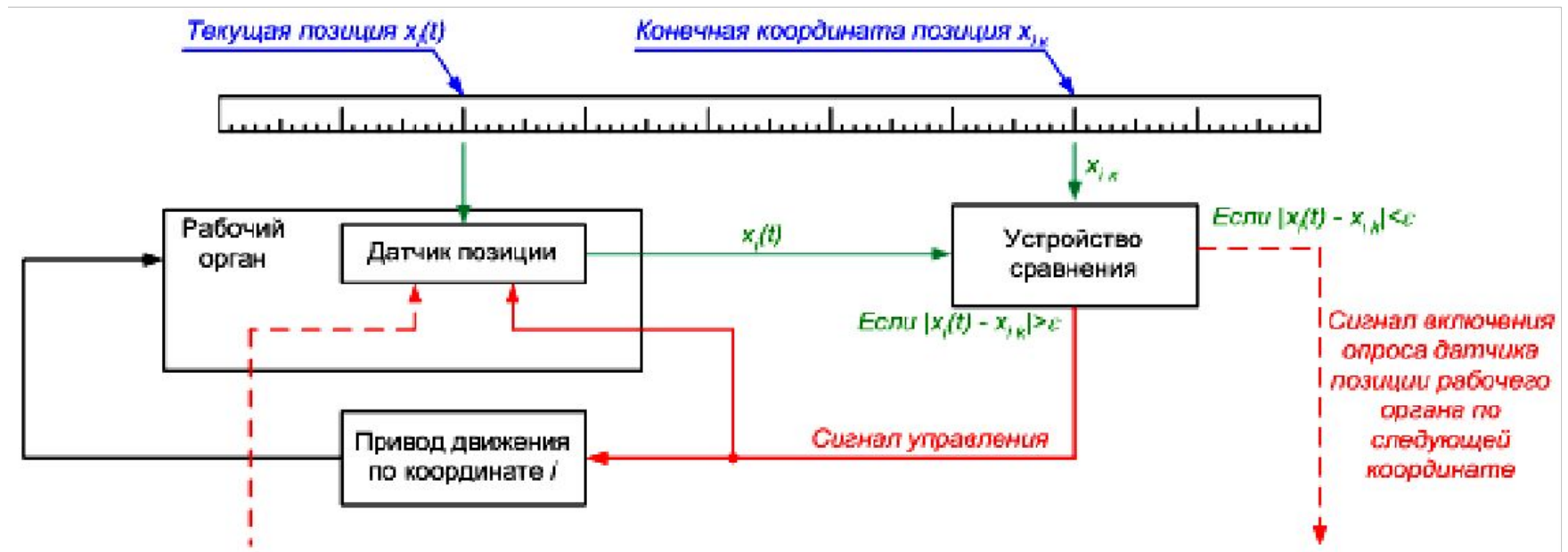
Разработка модели дискретно-позиционного управления

Сущность дискретно-позиционного управления роботом сводится к следующему:

1. сигнал с аналогового датчика, "пропорциональный" текущей координате (позиции) нахождения рабочего органа робота, через определенный промежуток времени (период опроса) поступает на устройство сравнения;
2. устройство сравнения сигналов производит анализ рассогласования поступившего сигнала (текущей координаты) со значением конечной точки позиционирования (конечной координаты);
3. если рассогласование значительно (выше разрешающей способности устройства сравнения), то на исполнительный орган робота (привод) выдается управляющий сигнал, направленный на ликвидацию рассогласования двух величин - т.е. на перемещение рабочего органа в сторону конечной координаты; по прошествии времени, равному периоду дискретизации, последовательность повторяется;
4. если рассогласование не значительно (не регистрируется устройством сравнения), то сигнал на перемещение рабочего органа не выдается, а управление передается следующему контуру (например, управляющему движением по другой степени свободы).

Схема-модель системы управления роботом

Помимо указанных сигналов в системе существует и общий сигнал управления, отвечающий за включение робота. Общая схема-модель системы управления показана на рисунке



Математическое описание схемы

Уравнения движений рабочего органа по 1-ой координате $x^1(t)$, и сигналов управления $u_1(t)$ и $u_{1s}(t)$ будут выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned} &u_1(t_1) = 1; u_{1s}(t_1) = 0; x_1(t_1) = x_{10} \\ &\begin{cases} \left\{ \begin{array}{l} x_1(t_j) = x_1(t_{j-1}) + k_1 \Delta t; \\ u_1(t_j) = 1; \\ u_{1s}(t_j) = 0; \end{array} \right. & \text{при } |x_1(t_{j-1}) - x_{1k}| > \varepsilon; \\ \left\{ \begin{array}{l} x_1(t_j) = x_1(t_{j-1}); \\ u_1(t_j) = 0; \\ u_{1s}(t_j) = 1; \end{array} \right. & \text{при } |x_1(t_j) - x_{1k}| < \varepsilon. \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

где t_1, t_j, t_{j-1} - значение дискретного времени в первый, текущий и предыдущий моменты соответственно;

Δt - период опроса датчика; $u_1(t_j), u_{1s}(t_j)$ - значения управляющих сигналов внутри системы управления первой степени свободы и между 1-ой и s-ой, соответственно;

$x_1(t_1), x_1(t_{j-1}), x_1(t_j)$ - положение рабочего органа робота в соответствующие моменты времени;

x_{10}, x_{1k} - начальное положение рабочего органа робота и терминальная точка позиционирования;

ε - точность измерения (точность сравнения);

k_1 - скорость перемещения рабочего органа по 1-ой степени подвижности.

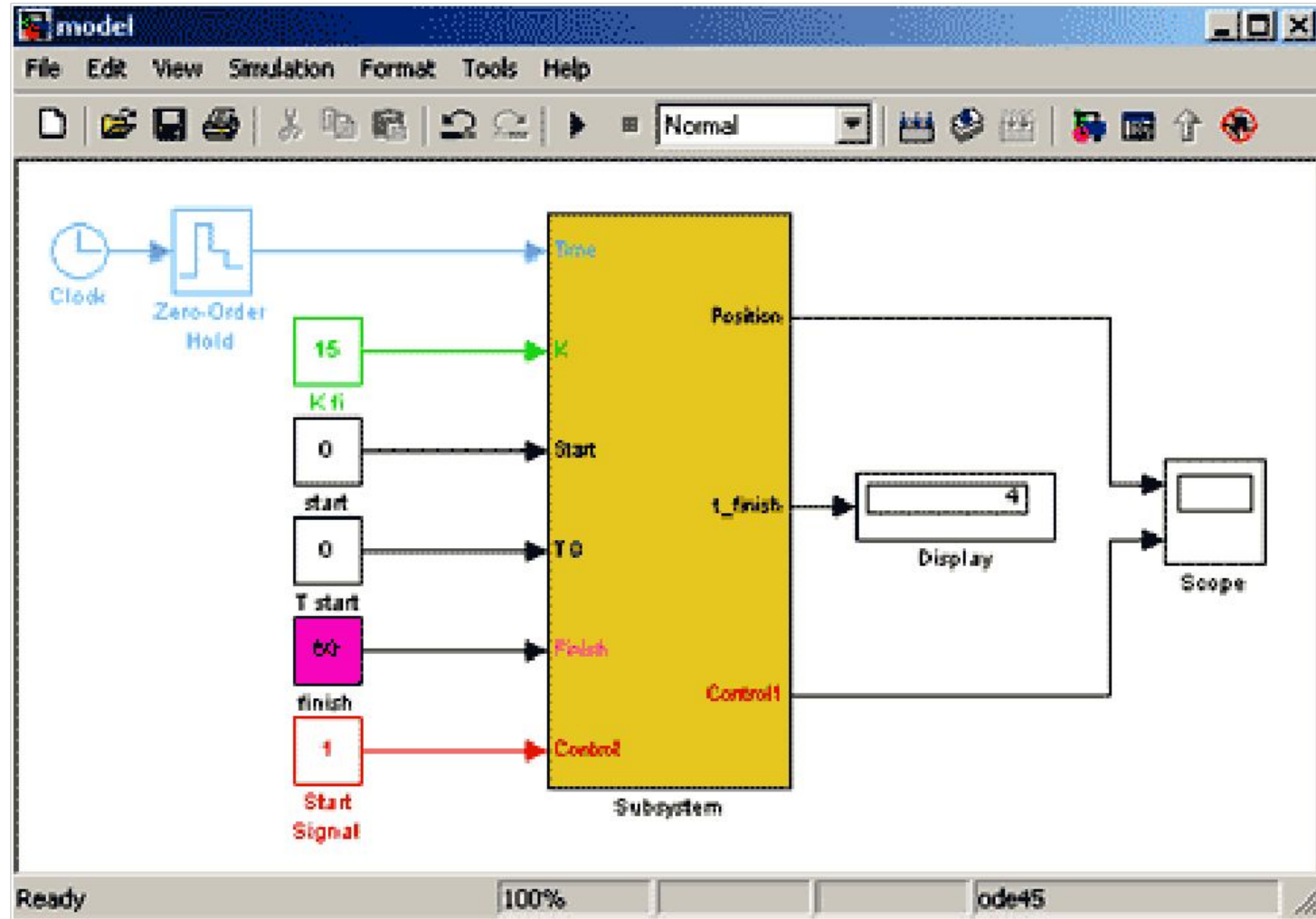
Первые уравнения описывают начальное состояние системы, а последующие - поведение системы во времени в зависимости от показаний позиционного датчика.

Структура модели

Для повышения наглядности модели целесообразно выделить следующие составляющие компоненты системы управления:

1. параметры робота (включая систему управления) - скорость перемещения рабочих органов по каждой координате; точность позиционирования; период опроса датчиков;
2. анализирующие и сравнивающие устройства - элементы проверки рассогласования сигналов и пр.;
3. элементы формирования управляющих команд;
4. подсистема "приводов" - исполнительных элементов робота, реализующих перемещение рабочих органов по соответствующей координате;
5. общее время моделирования;
6. рабочие сигналы и зависимости - временные зависимости $x_i(t)$, $u_i(t)$ и $u_{is}(t)$

Укрупненная имитационная модель системы управления перемещением из точки start в точку finish по одной координате



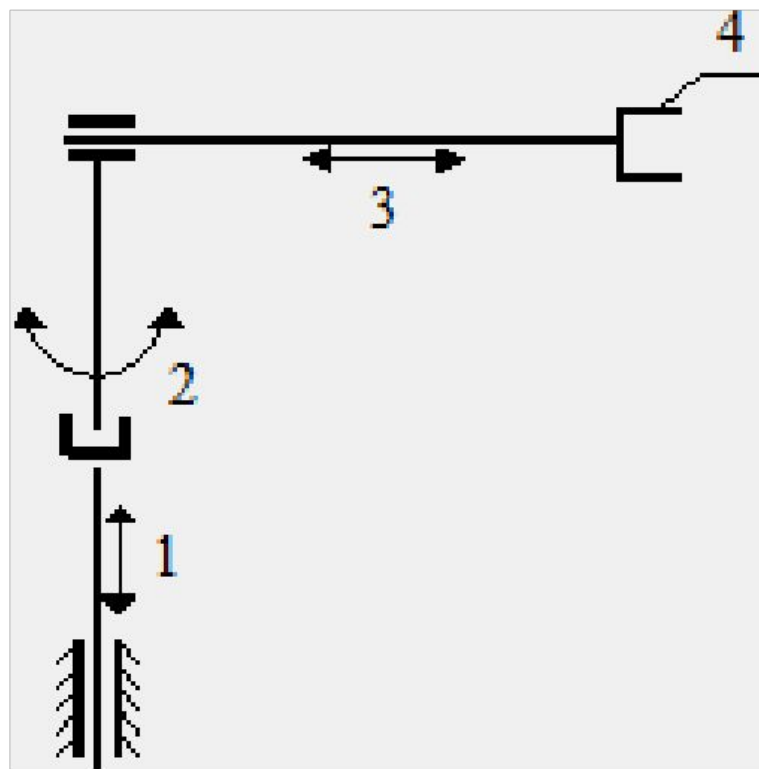
Исходные параметры модели

1. дискретное время t , реализуемой парой блоков **Clock** и **Zero-Order Hold**;
2. скорость перемещения рабочего органа по одной из координат (в данном случае скорость поворота руки робота по координате φ - K_{φ});
3. начальное положение рабочего органа $start$;
4. время начала движения T_{start} ;
5. терминальная точка перемещения рабочего органа $finish$;
6. сигнал управления (включения) - **Start Signal**.

На выходе подсистемы управления имеются три сигнала:

1. функциональная зависимость координаты рабочего органа во времени $x_i(t)$ - **Position**;
2. время достижения рабочим органом терминальной точки - **t_{finish}** ;
3. сигнал управления (включения) последующими перемещениями $u_{is}(t)$ (в т.ч. и по другим координатам) - **Control1**.

Кинематическая схема манипулятора МП-9С.01

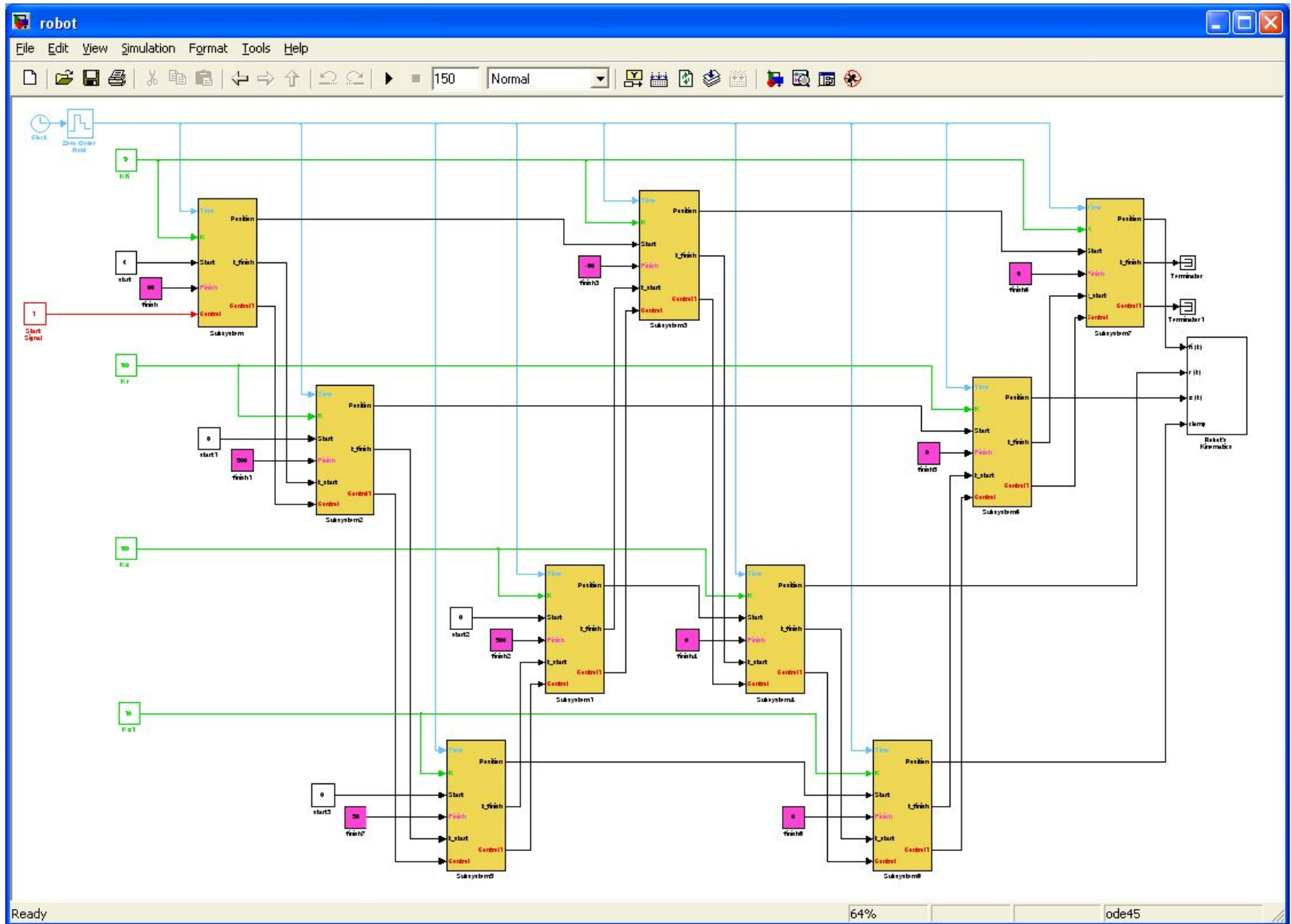


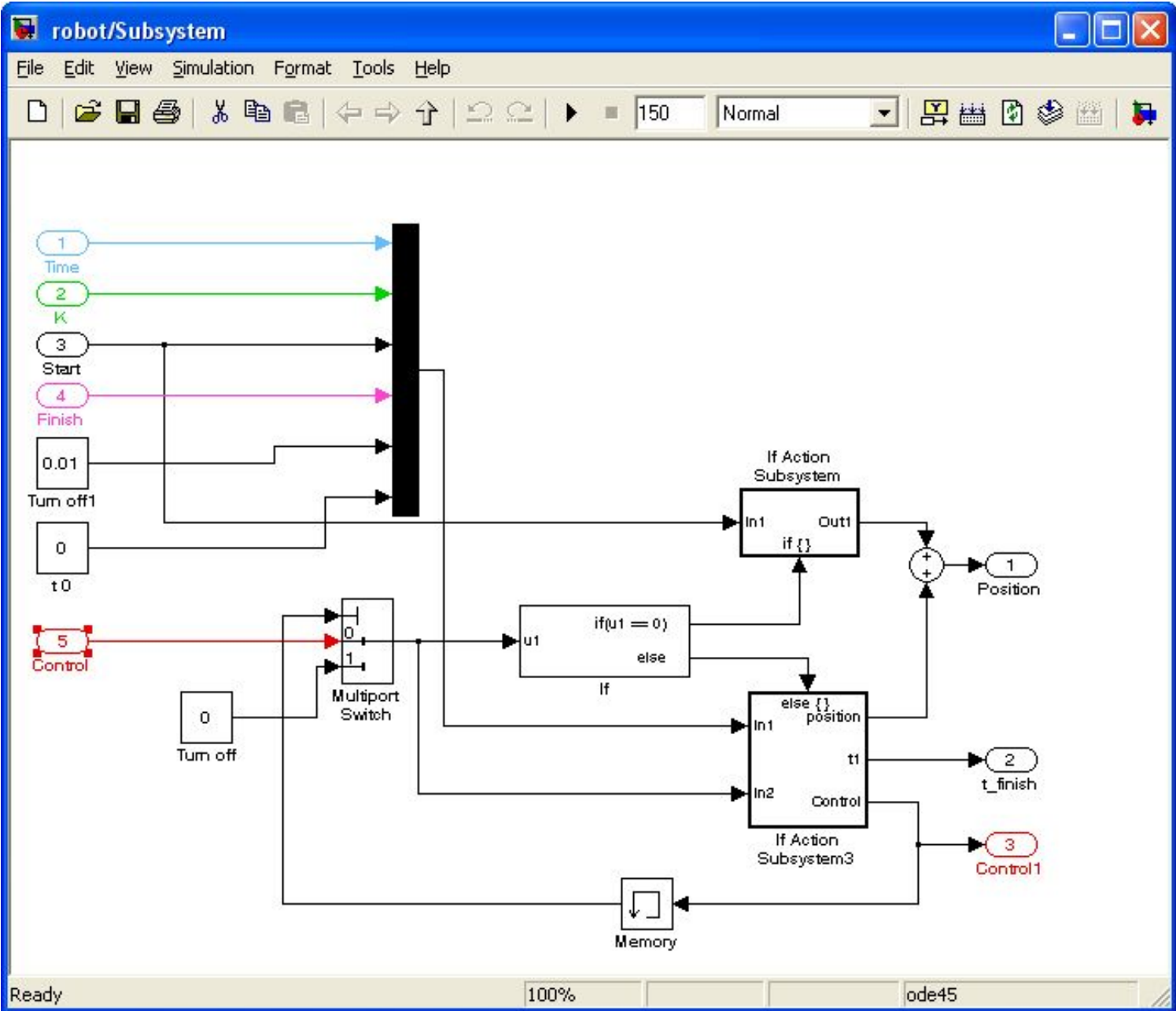
1,2,3 - степени подвижности; 4 - схват

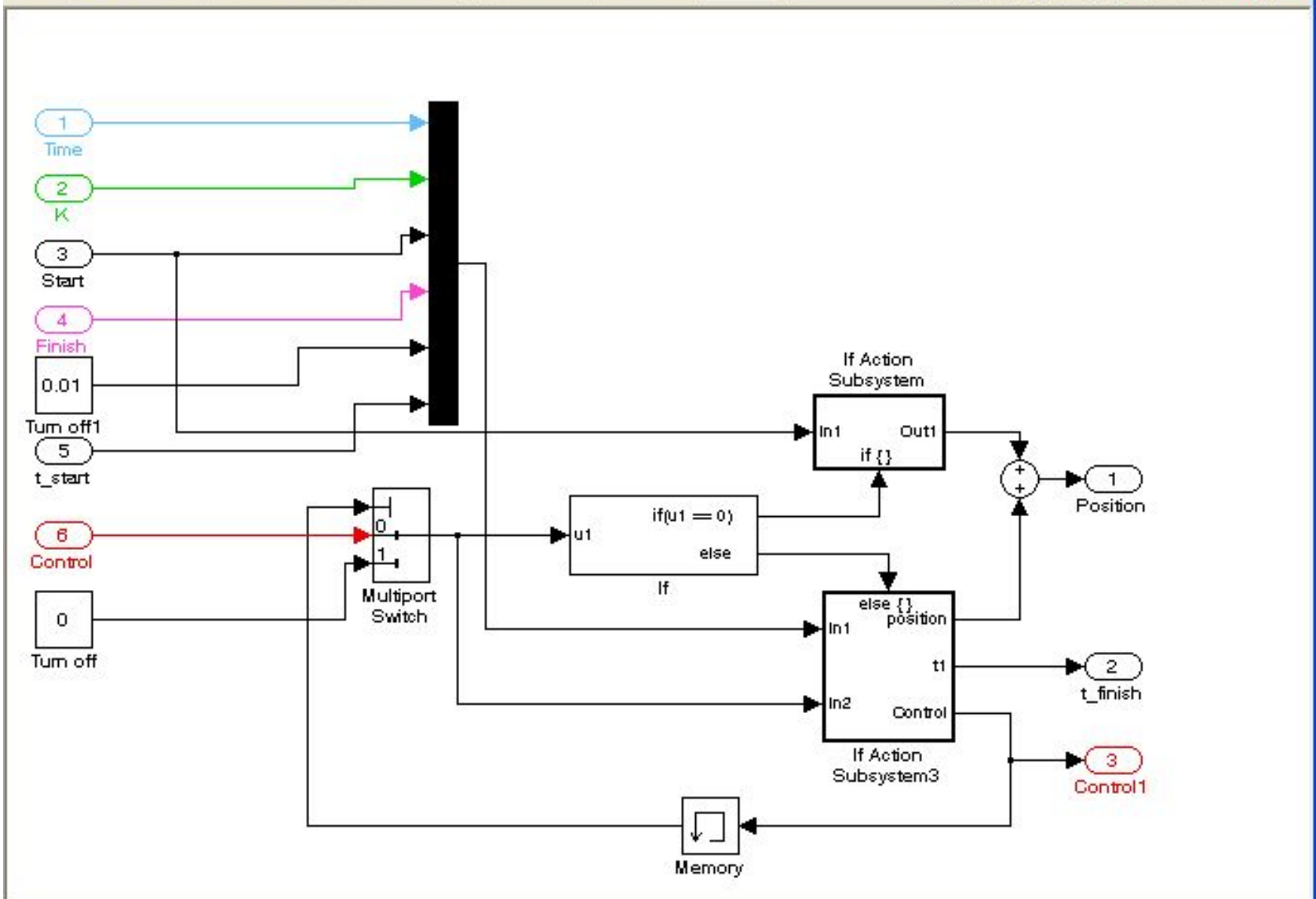
ЦИКЛОГРАММА



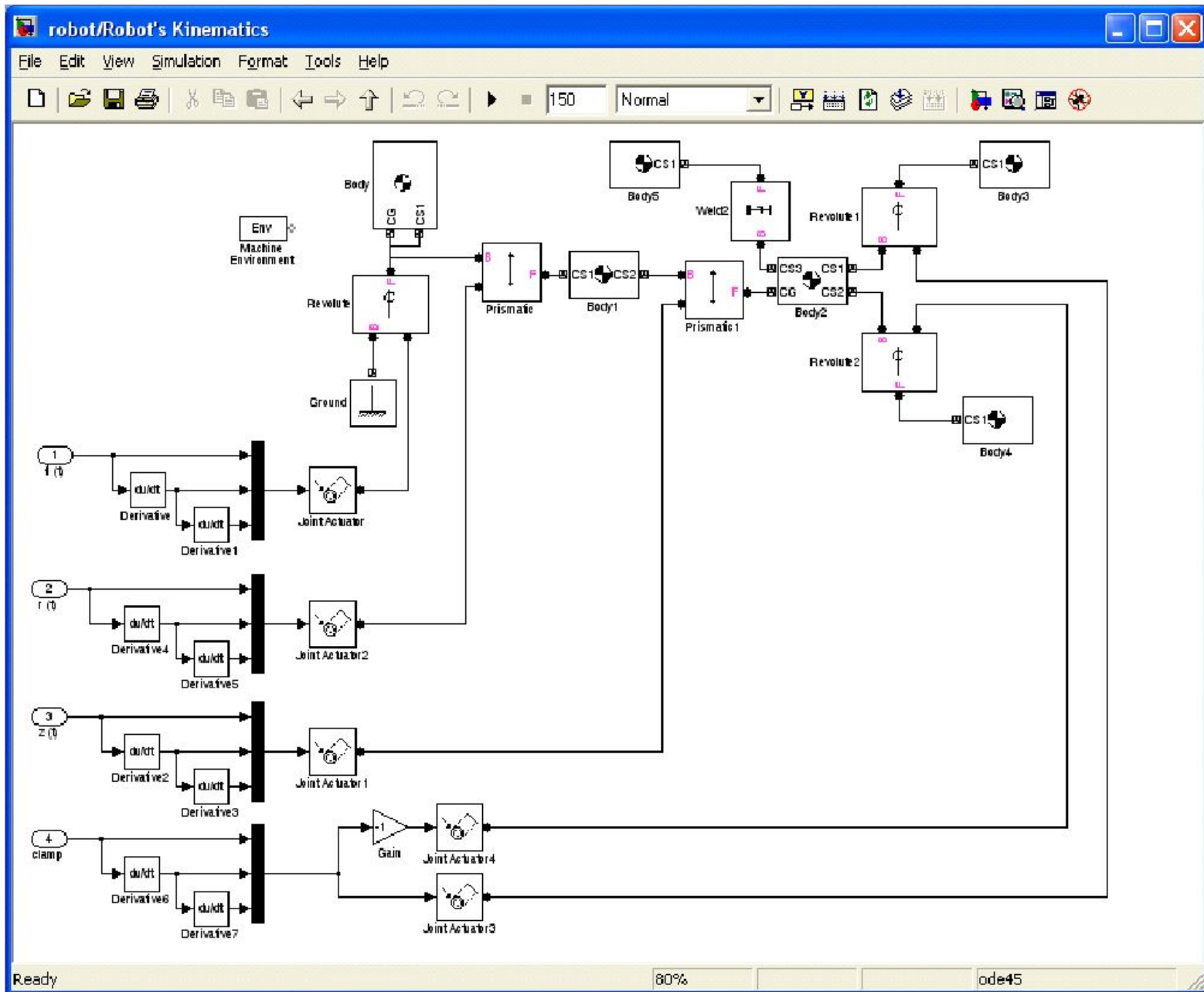
Модель СУ и робота МП-9С







Модель механической подсистемы модели



Результаты моделирования

