

Попова Галина Ивановна

канд. пед. наук, доцент

Прилепская Юлия Николаевна

преподаватель

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»

г. Краснодар, Краснодарский край

ИЗУЧЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СРЕДЕ SIMULINK

***Аннотация:** в данной статье рассматривается использование современных технологий компьютерного моделирования на примере приложения Simulink при изучении моделей динамических систем.*

***Ключевые слова:** Simulink, моделирование, компьютерная модель, структурная схема.*

В ходе изучения дисциплины «Математические модели в научных исследованиях и образовании» для студентов, обучающихся по магистерской программе «Информационные технологии в образовании» направления подготовки 02.04.01 «Математика и компьютерные науки», студенты осваивают современное программное обеспечение для построения компьютерных моделей динамических систем, и, в частности, программу Simulink.

Приложение Simulink является относительно самостоятельным инструментом математического пакета MatLab, в котором реализуется принцип визуального программирования, позволяющий пользователю из библиотеки стандартных блоков создавать модель системы и осуществлять расчеты [3]. Большое количество примеров построения моделей рассмотрено в [2].

Рассмотрим пошаговую реализацию модели к заданию, предлагаемому для самостоятельной работы студентов. Задание сформулировано в [1, с. 57].

Постановка задачи

Самолет летит горизонтально на высоте H с постоянной скоростью $V_{\text{airplane}} = 10$ м/с. Когда он достигает точки, удаленной от начала координат на расстояние S , начинает двигаться шар со скоростью $V_{\text{ball}} = 20$ м/с под углом α (рис. 1).

Подберите значение угла α , когда шар и самолет столкнутся, используя приведенные ниже соотношения:

$$x_{\text{airplane}} = V_{\text{airplane}} * t$$

$$x_{\text{ball}} = V_{\text{ball}} * \cos(\alpha) * t$$

$$y_{\text{airplane}} = H$$

$$y_{\text{ball}} = V_{\text{ball}} * \sin(\alpha) * t - \frac{gt^2}{2}$$

В момент столкновения выполнены условия

$$x_{\text{airplane}} = x_{\text{ball}}$$

$$y_{\text{airplane}} = y_{\text{ball}}$$

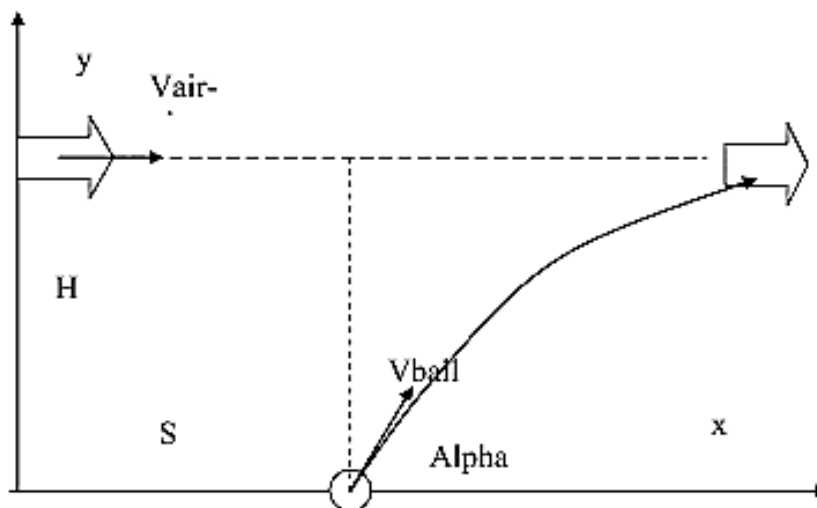


Рис. 1

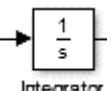
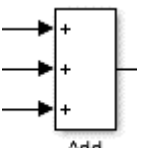
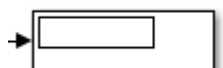
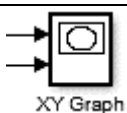
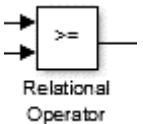
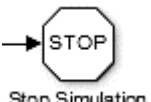
Решение:

Величины S , H – параметры задачи, примем $S = 3$, $H = 6$. Угол α определяется в результате вычислительного эксперимента.

При реализации структурной схемы данной модели использовались блоки, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Блоки Simulink

№ п/п	Изображение блока	Название	Назначение
1.		Источник постоянного сигнала Constant	Задаёт постоянный по уровню сигнал
2.		Интегрирующий блок Integrator	Выполняет интегрирование входного сигнала
3.		Усилитель Gain	Выполняет умножение входного сигнала на постоянный коэффициент
4.		Блок вычисления суммы Sum	Выполняет вычисление суммы (или разности) текущих значений сигналов
5.		Цифровой дисплей Display	Отображает значение сигнала в виде числа
6.		Графопостроитель XY Graph	Строит график одного сигнала в функции другого (график вида Y(X))
7.		Мультиплексор (смеситель) Mux	Объединяет входные сигналы в вектор
8.		Блок вычисления операции отношения Relational Operator	Блок сравнивает текущие значения входных сигналов
9.		Осциллограф Scope	Строит графики исследуемых сигналов в функции времени. Позволяет наблюдать за изменениями сигналов в процессе моделирования
10.		Блок остановки моделирования Stop Simulation	Обеспечивает завершение расчета, если входной сигнал блока становится не равным нулю

Входной сигнал зададим в блоке Constant равным 1. Для получения переменной t интегрируем входной сигнал, используя блок Integrator.

Уравнение для нахождения абсциссы самолета имеет вид:

$$x_{airplane} = V_{airplane} * t.$$

То есть, при составлении схемы полета самолета для нахождения координаты x необходимо умножить переменную t на скорость, которая является константой и равна 20 м/с. Для этого используем блок Gain умножения входного сигнала на постоянный коэффициент следующим образом: при задании параметров установим значение блока равным скорости.

Координату x_{ball} можно найти из соотношения $x_{ball} = V_{ball} * \cos(\alpha) * t$. Умножим переменную t на скорость и $\cos(\alpha)$ также при помощи блока Gain. Так как шар бросают с некоторого расстояния S , для задания S используем блок Constant и прибавим значение S к x_{ball} .

Величина y_{ball} является суммой трех слагаемых и чтобы реализовать это на схеме, применим блок вычисления суммы. Первым слагаемым будет являться произведение времени, скорости и синуса угла броска. Вторым – константа, равная начальной ординате шара, примем ее равной 0. Для получения третьего слагаемого необходимо еще раз проинтегрировать переменную, получаем $\frac{t^2}{2}$, и умножить на ускорение свободного падения $g = 9.81 \text{ м/с}^2$, взятое со знаком минус.

Завершение расчета должно произойти при условии, что координата y_{ball} совпадет с высотой, на которой находится шар. Для проверки этого условия используем блок Relational Operator, после которого следует блок остановки моделирования Stop Simulation.

Визуализировать полученные результаты на одном графике функции Simulink не позволяет. Поэтому построим отдельно график движения самолета и отдельно – график движения шара. Также используем блок осциллограф Scope, который покажет траектории движения шара и самолета. Добавим блок Display для вывода на экран координаты x встречи.

Окончательный вид структурной схемы рассматриваемой модели приведен на рисунке 2. Вычислительный эксперимент с построенной моделью позволил установить, что столкновение при заданных значениях параметров происходит,

если значение угла бросания шара $\alpha = \frac{\pi}{4,05}$, получаемое значение абсциссы точки пересечения траекторий – $x = 10.5$.

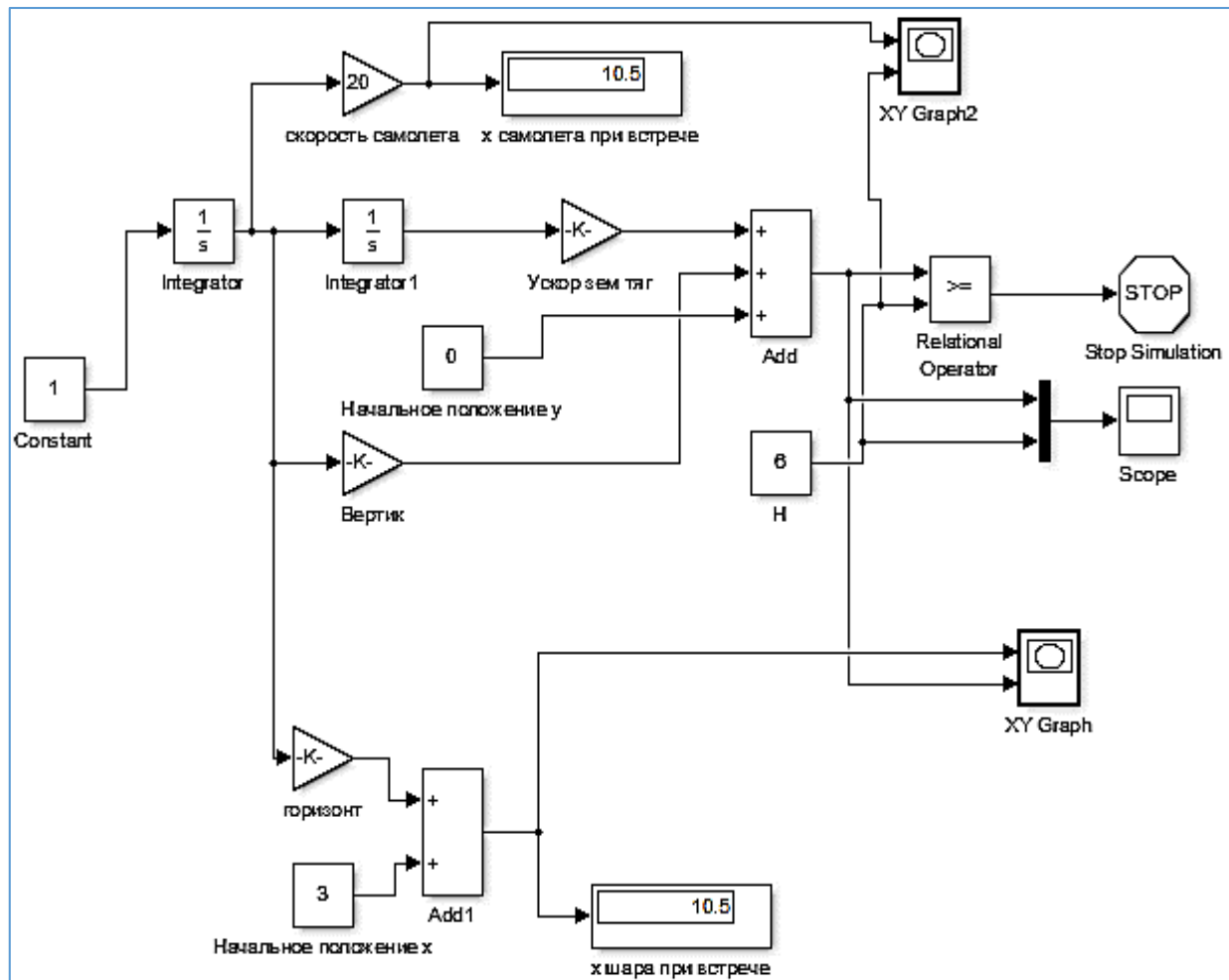


Рис. 2

Осциллограф позволяет увидеть столкновение, которое произойдет через 0,5 сек. после начала движения (рис. 3).

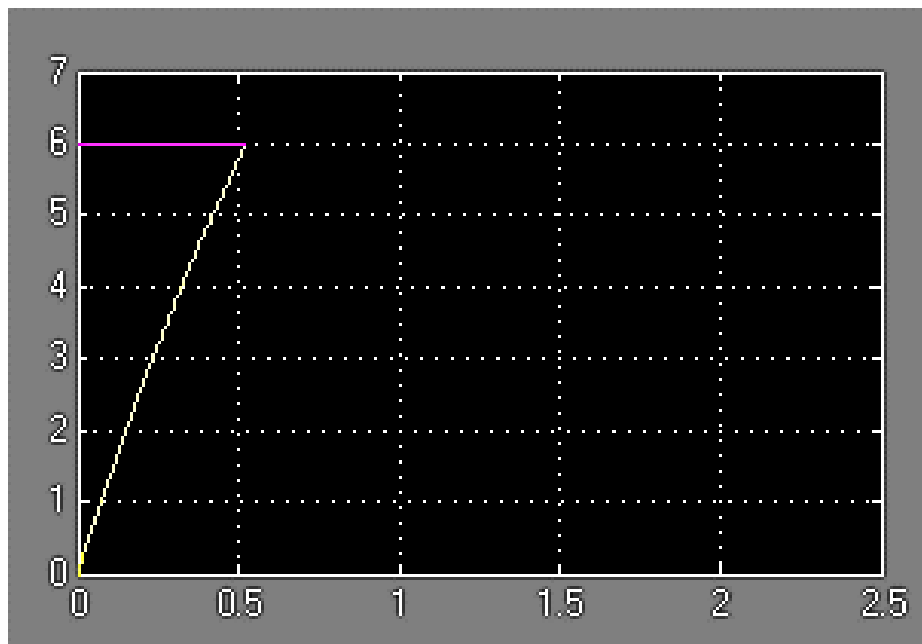


Рис. 3

Список литературы

1. Васильев В.В. Математическое и компьютерное моделирование процессов и систем в среде Matlab/Simulink: Учебное пособие для студентов и аспирантов / В.В. Васильев, Л.А. Симак, А.М. Рыбникова. – К.: НАН Украины, 2008. – 91 с.
2. Сениченков Ю.Б. Моделирование систем. Компьютерный практикум: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2012. – 189 с.
3. Черных И.В. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/simulink/book1/index.php>