

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ, ЗАДАНЫХ СТРУКТУРНЫМИ СХЕМАМИ

М.Н. Устюгов, Н.С. Малявкина, Н.В. Плотникова

THE SIMULATION SOFTWARE PACKAGE OF THE NONLINEAR NON-STATIONARY SYSTEMS GIVEN BY BLOCK DIAGRAMS

M.N. Ustyugov, N.S. Malyavkina, N. V. Plotnikova

Разработан программный комплекс МАС (Моделирование автоматических систем), позволяющий по структурным схемам систем, описываемых линейными нестационарными дифференциальными и нелинейными нестационарными алгебраическими уравнениями, осуществлять их автоматизированное исследование.

Ключевые слова: программный комплекс, структурная схема, автоматизированное исследование, моделирование.

The software package MAS (Modeling of Automatic Systems) is developed. This package allow to carry out automated research of systems, described by the linear non-stationary differential and nonlinear non-stationary algebraic equations, under their block diagrams.

Keywords: software package, block diagram, automated research, simulation.

Введение

Применение вычислительной техники к изучению систем различного назначения позволяет систематизировать, обобщать и закономерно формализовать подход к их исследованию. Выявляя общее, можно найти пути формализованного изучения явлений с использованием средств вычислительной техники, при этом существенную роль играет эксперимент, как интерпретация полученных результатов.

В связи с достаточно острой проблемой последних лет, связанной с использованием лицензионного программного обеспечения в учебных заведениях, разработан программный пакет, по удобству и функциональности, сравнимый, а в ряде случаев и превосходящий, существующие платные программные продукты в области моделирования систем управления.

1. Общие сведения о программном комплексе МАС

Программное обеспечение МАС (Моделирование автоматических систем) предназначено для моделирования систем, описываемых линейными

стационарными и нестационарными дифференциальными и нелинейными нестационарными алгебраическими уравнениями, по которым составляются структурные схемы. Возможно непосредственное описание систем, соответствующими структурными схемами.

Построение структурных схем систем в МАС осуществляется с помощью встроенного графического редактора, позволяющего располагать и связывать на схеме необходимые звенья системы. Программное обеспечение достаточно просто в использовании и требует только знания предметной области и базовых навыков работы с Windows приложениями.

Разработанное программное обеспечение предназначено для автоматизированного моделирования систем на основе метода решения связанных систем дифференциальных и алгебраических (линейных и нелинейных) уравнений.

2. Автоматизированное исследование нелинейной нестационарной системы

Рассмотрим пример моделирования нелинейной нестационарной системы, структурная схема которой представлена на рис. 1.

Устюгов Михаил Николаевич - д-р техн. наук, профессор кафедры систем управления ЮУрГУ; umn@susu.ac.ru

Малявкина Наталья Сергеевна - аспирант кафедры систем управления ЮУрГУ; www_natali@list.ru

Плотникова Наталья Валерьевна - канд. техн. наук, доцент кафедры систем управления ЮУрГУ; pnv@susu.ac.ru

Ustyugov Mikhail Nikolaevich - PhD, professor of Control systems department of SUSU; umn@susu.ac.ru

Malyavkina Natalia Sergeevna - postgraduate student of Control systems department of SUSU; www_natali@list.ru

Plotnikova Natalia Valerievna - PhD, associate professor of Control systems department of SUSU; pnv@susu.ac.ru

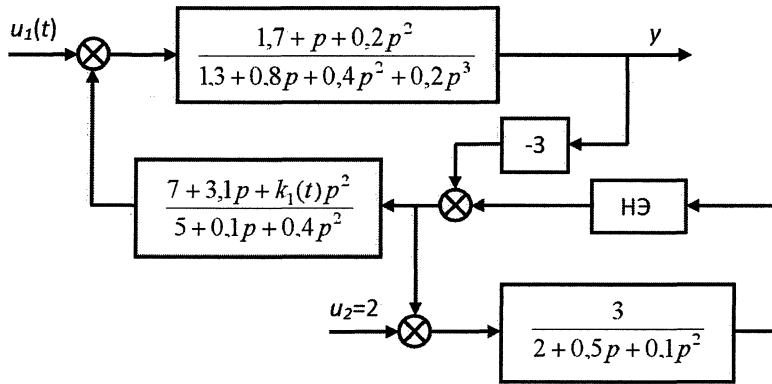


Рис. 1. Структурная схема нелинейной нестационарной системы

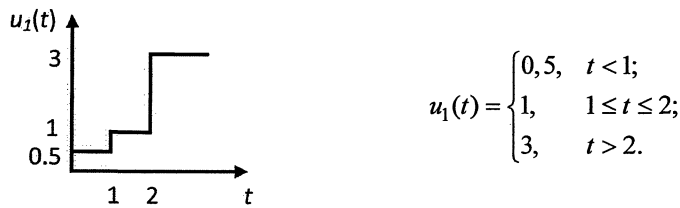


Рис. 2. Входное воздействие

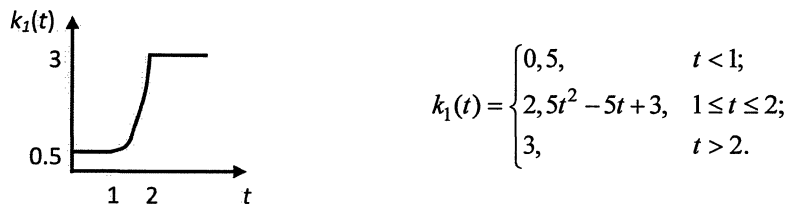


Рис. 3. Коэффициент, зависящий от времени

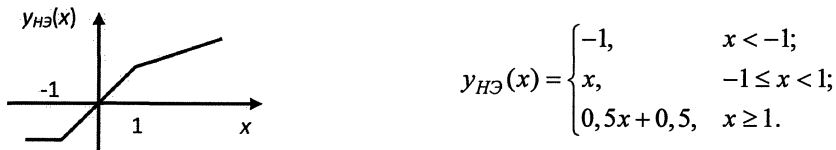


Рис. 4. Нелинейный элемент

Опишем представленные на схеме временные зависимости.

Входное воздействие (задается графически и описывается аналитически) (рис. 2).

Коэффициент, зависящий от времени, при старшей степени в числителе передаточной функции звена порядка 2/2 (рис. 3).

Нелинейный элемент (ограничение) (рис. 4).

Осуществим моделирование рассмотренной системы в пакетах VisSim, Simulink MatLab и MAC. Визуально выходной сигнал системы, при моделировании в рассматриваемых пакетах, совпадает и представлен на рис. 5.

Схема моделирования системы в пакете VisSim представлена на рис. 6.

Из схемы моделирования видно, что при задании нестандартных временных зависимостей (особенно, определенных на нескольких интервалах), а также нелинейностей в пакете VisSim их

необходимо записывать в виде комбинаций блоков. Это позволяет задать практически любую математическую зависимость, но, во-первых, требует знания булевой алгебры, во-вторых, на схеме такие зависимости выглядят не очевидно, особенно, если выражение достаточно сложное. Кроме того, для внедрения в передаточную функцию коэффициента, зависящего от времени, пришлось прибегнуть к разложению звена, что усложнило задачу моделирования и еще больше загрузило схему.

Осуществим моделирование системы в пакете Simulink среды MatLab. Схема моделирования представлена на рис. 7.

Задание нестандартных функций в MatLab (определенных на нескольких интервалах) сводится к программированию на языке М, что также связано с использованием дополнительных навыков (программирования и знания основ языка М).

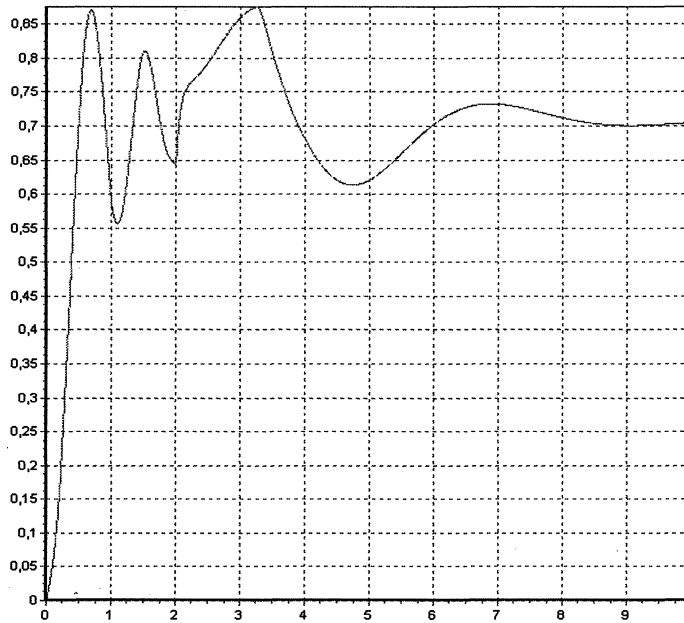


Рис. 5. Результаты моделирования нелинейной нестационарной системы

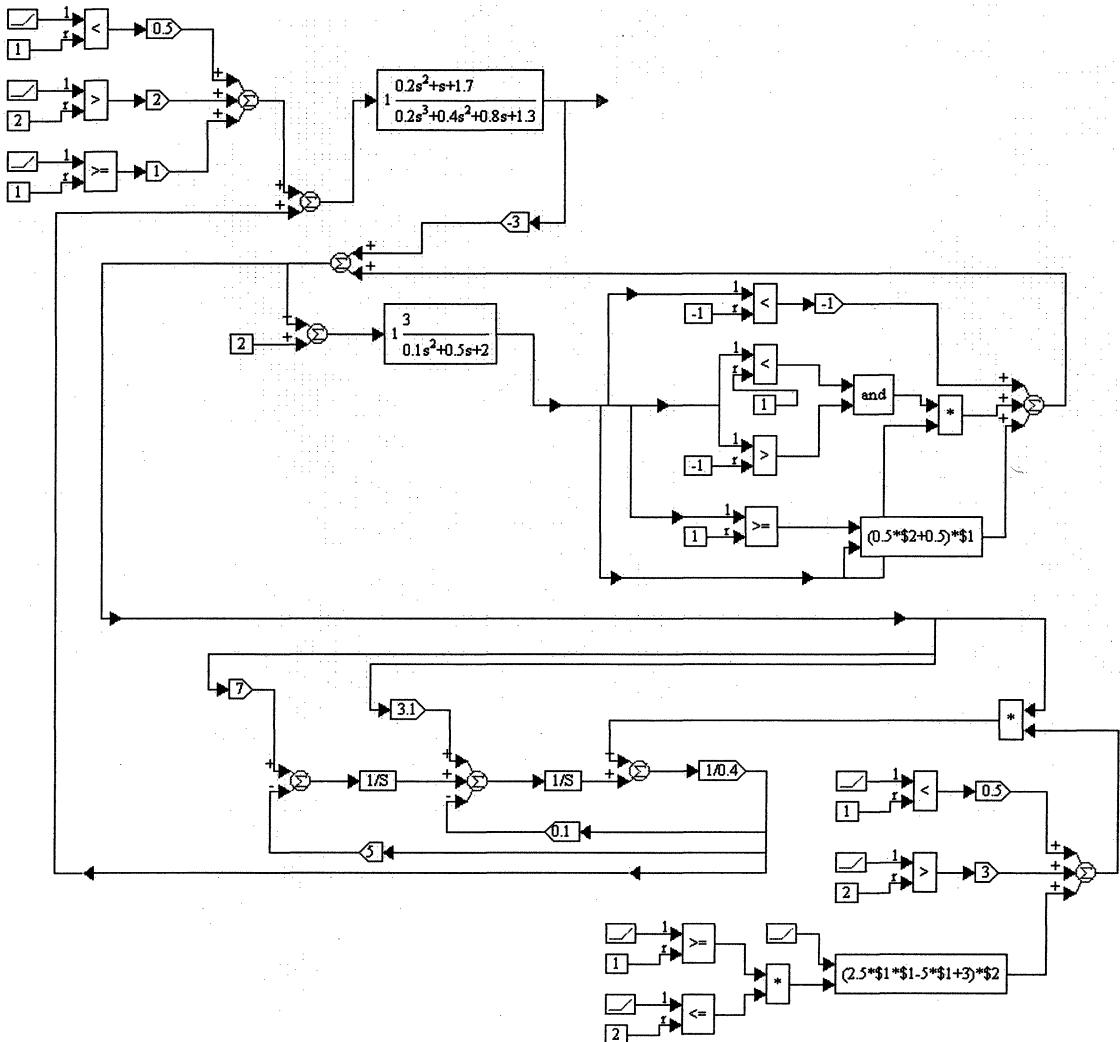


Рис. 6. Схема моделирования нелинейной нестационарной системы в VisSim

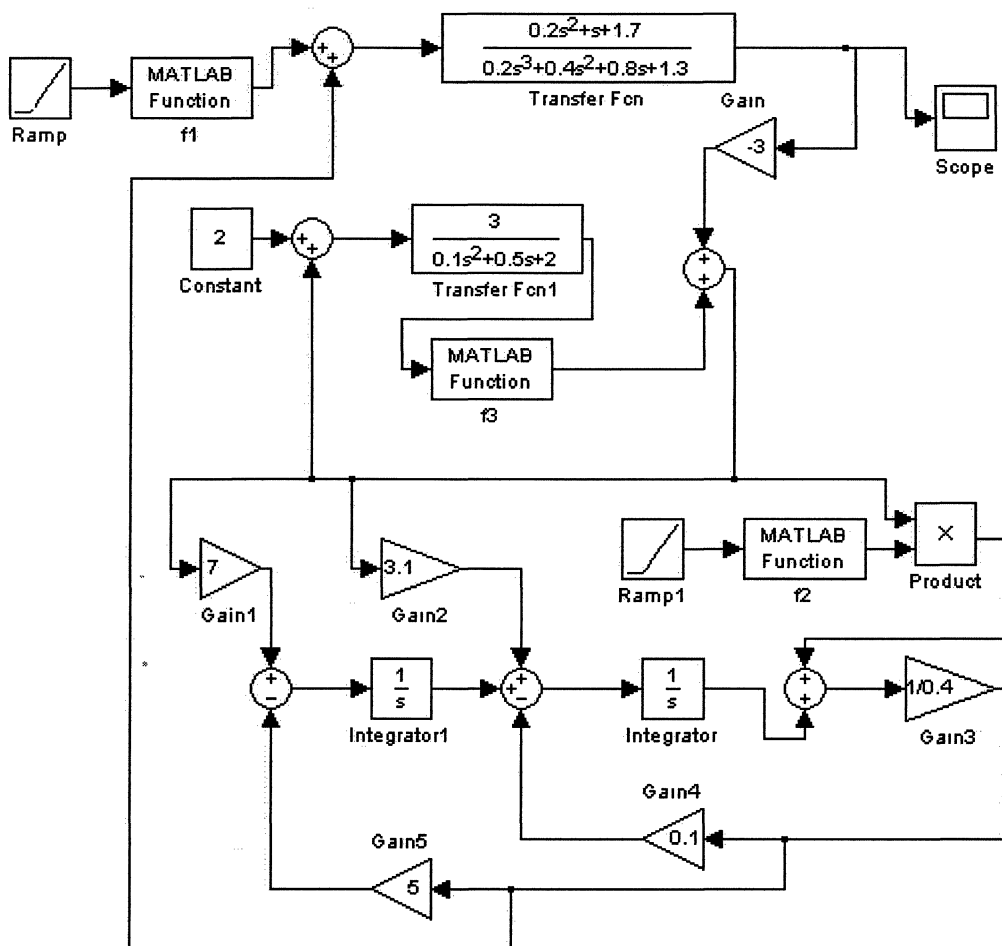


Рис. 7. Схема моделирования нелинейной нестационарной системы в Simulink

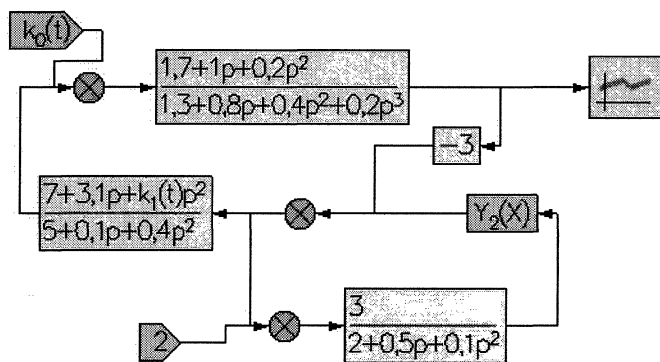


Рис. 8. Схема моделирования нелинейной нестационарной системы в MAC

Для введения в передаточную функцию коэффициента, зависящего от времени, пришлось разложить звено передаточной функции, аналогично пакету VisSim.

Осуществим моделирование системы в программе MAC. Схема моделирования представлена на рис. 8. При использовании MAC для моделирования системы временные и нелинейные зависимости задаются обыкновенными математическими

выражениями, что не требует от пользователя применения дополнительных знаний, также не требуется разложения передаточной функции, так как предусмотрен ввод временной зависимости вместо числового коэффициента. Введенные нелинейные и нестационарные зависимости и блок вывода графической информации наглядно отображены в соответствующих местах структурной схемы.

3. Сравнение программных продуктов

Определим модуль относительной разницы между узловыми точками рассчитанных выходов соответствующих пар программ: VisSim - MAC; Simulink - MAC, VisSim - Simulink, результаты сравнения представлены на рис. 9.

По графику относительных отклонений (см. рис. 9) видно, что результаты моделирования в разных программах отличаются незначительно: максимальное расхождение порядка 0,0025. Различия имеются между всеми парами программ.

Проведем сравнение программных продуктов при моделировании нелинейной нестационарной системы. Сравнение выполнено по нескольким критериям и представлено в таблице.

Из таблицы видно, что как в VisSim, так и в Simulink необходимо владеть дополнительными знаниями для задания функций, а также раскладывать блок передаточной функции для введения коэффициента, зависящего от времени, в MAC этого не требуется. Визуально схема в VisSim очень загружена и неудобна для восприятия (если

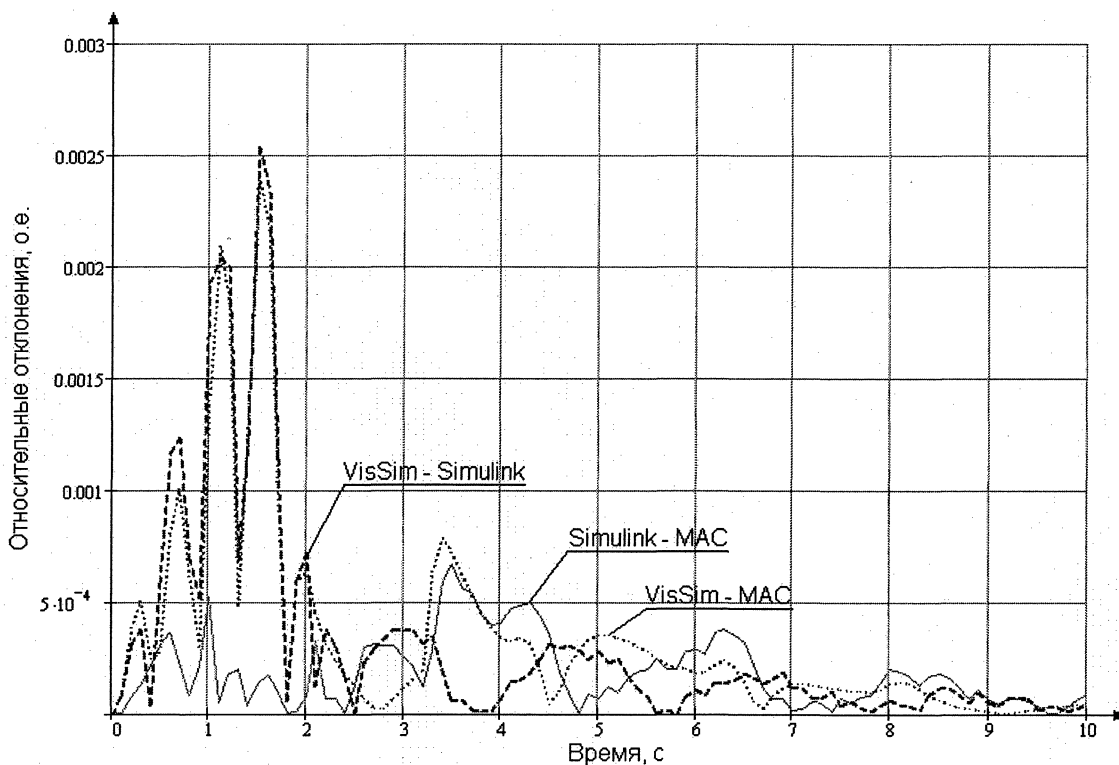


Рис. 9. Относительные отклонения результатов моделирования нелинейной нестационарной системы

Критерии и результаты оценки

Критерий	Результат		
	VisSim	Simulink	MAC
Сложность построения структурной схемы	Сложности задания произвольных многоинтервальных функций, разложение передаточной функции при введении коэффициента, зависящего от времени		Отсутствует
Наличие у пользователя дополнительных навыков (помимо знания ТАУ и основ работы с приложениями Windows)	Знание основ булевой алгебры	Знание основ программирования на языке М	Не требуется
Удобство работы	Удобно	Удобно, но требуется время на поиск необходимого звена	Удобно
Визуальное представление схемы	Не наглядно, если не сворачивать определения функций в отдельные блоки	Не наглядно после разложения передаточной функции	Наглядно, но сигналы на сумматоре приходят в одну точку

не сворачивать содержимое блоков), в Simulink схема стала также более загруженной за счет разложения передаточной функции.

Также следует отметить, что с моделированием алгебраических контуров системы справились только Simulink и МАС, а пакет VisSim не в состоянии решить данную задачу

Заключение

Разработанный программный продукт не может конкурировать со всеми возможностями, предоставляемыми пакетами MatLab и VisSim, однако, имеет ряд преимуществ, обусловленных удобством интерфейса и отсутствием необходимости использовать дополнительные знания в области математики и программирования.

Программа позволяет быстро составить достаточно сложную структурную схему из рассматриваемой области моделирования и задать временные и нелинейные воздействия.

Литература

- 1 Дьяконов, В.П. *VisSim+Mathcad+MATHLAB. Визуальное математическое моделирование* / В.П. Дьяконов. - М.: СОЛОН-Пресс, 2004. - 384 с.
- 2 Самарский, А.А. *Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры.* / А.А. Самарский, АЛ. Михайлов. - 2-е изд., испр. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 320 с.
- 3 Hunt, Brian K *Mathlab: официальный учеб. курс Кембриджского университета: [пер. с англ.]* / Brian R. Hunt. - М.: Изд-во ТРИУМФ, 2008. - 352 с.

Поступила в редакцию 19 декабря 2009 г.