



Ссылка на статью:

// Ученые записки УлГУ. Сер. Математика и информационные технологии. УлГУ. Электрон. журн. 2018, № 2, с. 65-69.

Поступила: 04.12.2018

Окончательный вариант: 11.12.2018

© УлГУ

УДК 004.942

Описание программного продукта: «Синтез управления двухзвенным манипулятором без измерения скоростей»

Сутыркина Е. А.^{1,*}

[*katherine.kudashova@yandex.ru](mailto:katherine.kudashova@yandex.ru)

¹УлГУ, Ульяновск, Россия

В работе приводится описание разработанной автором программы для ЭВМ, предназначенной для моделирования управляемого движения роботизированного двухзвенного манипулятора, не оснащенного тахометрами. Программа реализована в математическом пакете Scilab 6.0.0 и имеет полноценный графический интерфейс пользователя.

Ключевые слова: двухзвенный манипулятор, математическое моделирование, программа ЭВМ

Введение

Патент РФ на программу для ЭВМ №2018615495. Москва, Роспатент, заявка № 2018611111. Дата поступления 07 февраля 2018 г. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 08 мая 2018 г. [1]

Данный программный продукт разработан с целью проведения расчетов для робастного управления двухзвенным манипулятором с неточными характеристиками [2]. Программа оснащена интерфейсом, доступным для пользователя, не знакомого с языками программирования, но проводящего исследования в смежных областях.

1. Внешний вид программного продукта

Для проведения симуляционных тестов сравнения эффективности различных типов управления программным движением двухзвенного манипулятора разработан адаптивный пользовательский интерфейс, содержащий в себе модуль ввода математических формул и ввода параметров системы интегрирования в интуитивно понятном режиме.

Запуск приложения осуществляется с помощью файла `2zvennij_start.sce`. Пользователю предоставляется возможность запустить симуляцию с параметрами по умолчанию для скорейшей демонстрации результатов, либо изменить желаемые параметры системы и стабилизирующего управления с обратной связью. При запуске основного файла `2zvennij_start.sce` перед пользователем открывается окно, на котором предлагается задать параметры системы, описывающей движение двухзвенного манипулятора, начальные условия и шаг дискретизации для численного интегрирования системы, задать программное движение в аналитической форме, выбрать тип управляющего воздействия, либо оставить предложенные по умолчанию значения (рис.1).

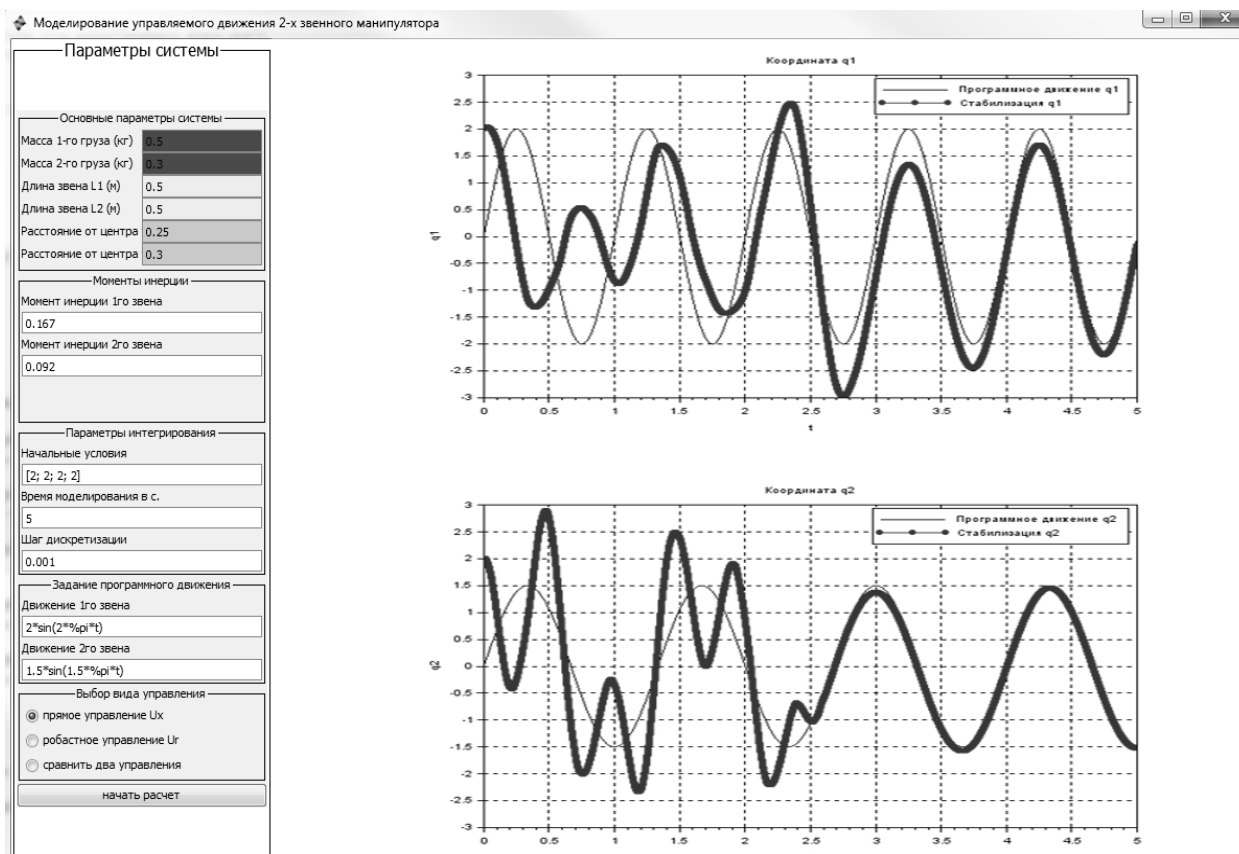


Рис. 1. Пользовательский и интерфейс программного продукта

Запуск математического моделирования управляемого, согласно выбранному закону, движения двухзвенного манипулятора и построения графиков его программного и стабилизируемого движений, происходит по нажатию клавиши «Начать расчет». Пользователю представляются результаты математического моделирования управляемого движения двухзвенного манипулятора для анализа качества управления, скорости выхода на желаемую траекторию движения и подробного анализа результатов математического моделирования.

2. Особенности ввода данных

Для задания программного движения робота-манипулятора пользователю необходимо ввести функции, описывающие движение звеньев манипулятора в соответствующем окне (рис. 2). Ввод формул осуществляется с клавиатуры согласно синтаксису Scilab версии 6.0.0 и не требует от пользователя специальных глубоких знаний в программировании.

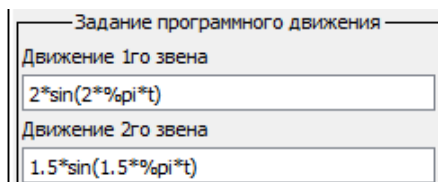


Рис. 2. Поля для задания программного движения в аналитическом виде

Пользователю предоставляется возможность неограниченного выбора из многообразия функций различных классов, включая использование известных математических констант, таких как e , π .

При наборе формул поддерживаются следующие действия, обрабатываемые функционалом встроенного математического пакета:

- все математические операции (умножение, деление, сложение, вычитание, возведение в степень);
- ввод без ограничения по длине формулы;
- ввод без ограничения по количеству вложенных скобок;
- добавление делегированных тригонометрических и алгебраических функций: $\sin(t)$, $\operatorname{tg}(t)$, $\ln(t)$ и т.д.;
- ввод делегированных констант, например, e , π ;
- ввод переменной t .

3. Обработка введенных данных и результаты моделирования

После ввода всех необходимых параметров и выбора типа управляющего воздействия, пользователь должен нажать на кнопку «Начать расчет». После этого происходит компиляция заданных параметров в оперативную память и при каждом следующем обращении процессор практически не участвует в вычислении, за счет этого достигается высокая скорость производительности программного продукта.

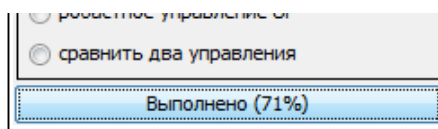


Рис. 3. Вычисления для дальнейшего моделирования выполнены на 71%

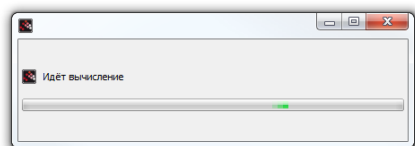


Рис. 4. Индикация запуска симуляции стабилизации движения робота-манипулятора

Если все данные введены верно, кнопка «Начать расчет» преобразуется в кнопку-прогресс, на которой отображается процент выполненных расчетов (рис. 3). А на области с графиками отобразится прогрессбар, сообщающий о запуске процесса расчетов (рис. 4).

По окончании численного интегрирования сформированной системы, пользователю будут представлены результаты математического моделирования управляемого движения двухзвенным

манипулятором в виде графиков фазовых переменных и их скоростей. Вариантом моделирования, представляющим особый интерес, является случай, когда пользователь выбирает «сравнение двух законов

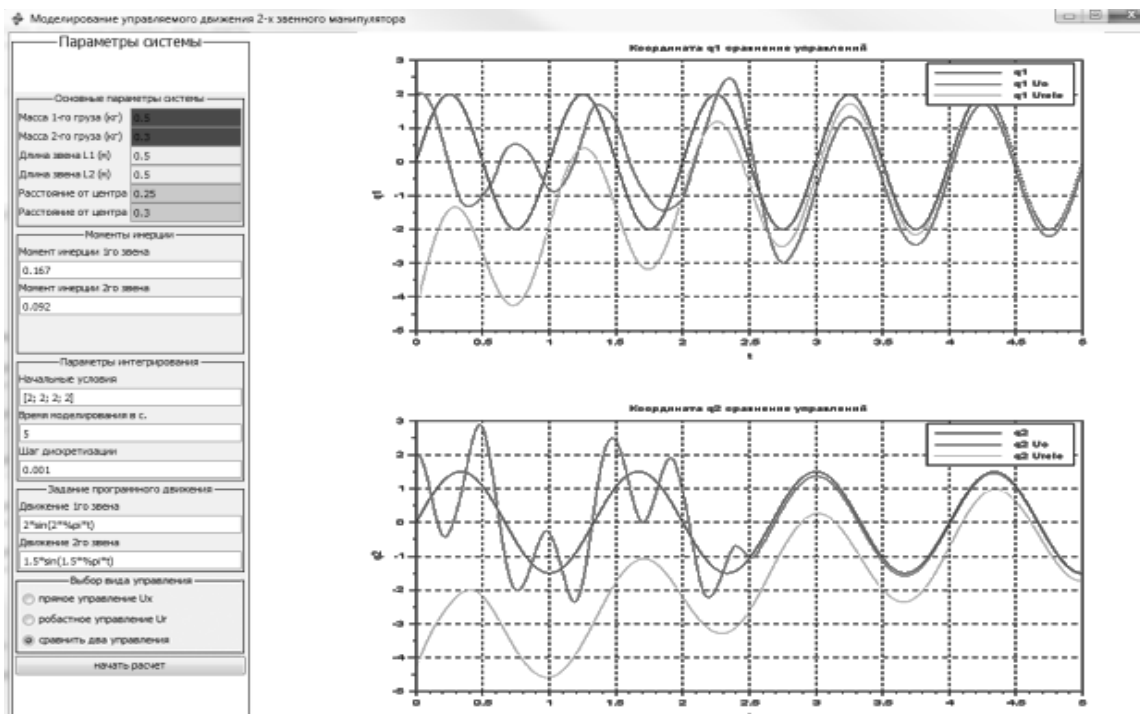


Рис. 5. Результат работы программы при выборе «сравнение двух видов управления» (рис. 5).

Заключение

Разработанная программа предназначена для математического моделирования движения двухзвенного манипулятора с возможностью выбора двух видов управляющих воздействий и задания программного движения манипулятора в аналитическом виде. Результатом работы программы является наглядное представление процесса стабилизации движения робота-манипулятора к заданной траектории.

По результатам работы программы можно судить о качестве процесса управления, оценить время, за которое рассматриваемая динамическая система выходит на программную траекторию и убедиться, что процесс стабилизации движения двухзвенным манипулятором происходит достаточно быстро и плавно, а сам робот-манипулятор двигается вдоль отслеживаемой траектории на расстоянии, не превышающем погрешности слежения.

Благодарности

Программный продукт разработан при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-41-730022) и Минобрнауки России в рамках Государственного задания по НИР9.5994.2017/БЧ.

Список литературы

1. Андреев А.С., Сутыркина Е.А. *Синтез управления двухзвенным манипулятором без измерения скоростей*: пат. 2018615495 Российская Федерация. 2018. Дата регистрации: 08.05.2018. Номер и дата поступления заявки: 2018611111 07.02.2018.
2. Andreev A.S., Peregodova O.A. Trajectory tracking control for robot manipulators using only position measurements // *International Journal of Control*. 2017, p.1-7.