

УДК 681.142.2

**Б.А. КАРТАШОВ, О.С. КОЗЛОВ,
И.К. ВИННИКОВ, С.Н. ЛИТВИНОВ**

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СРЕДЕ ПК «МВТУ»

Кратко излагаются сведения об отечественном программном комплексе «МВТУ». Приводится пример моделирования технической системы, иллюстрирующий высокую эффективность программного комплекса.

Ключевые слова: математическая модель, структурное моделирование, ПК «МВТУ», доильный аппарат.

Введение. В большом многообразии методов познания окружающего мира одно из главных мест занимают методы, базирующиеся на математических моделях, к числу которых относятся модели в виде структурных схем (структурных моделей). Для реализации структурных моделей разработан целый ряд компьютерных прикладных программ: MATLAB (компонента Simulink), SCILAB, ПК «МВТУ» и др. [1, 2]. Наиболее предпочтительным из этих программ является отечественный программный комплекс (ПК) «МВТУ», созданный в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Являясь альтернативой зарубежным аналогам, ПК «МВТУ» позволяет рассчитывать, моделировать и исследовать любые механические, гидравлические, теплотехнические, электротехнические, биотехнические устройства, средства автоматики и ряд др. Он, исходя из запросов отечественных пользователей программных средств, выгодно отличается от упомянутых выше зарубежных программ:

– ограниченная версия ПК «МВТУ», позволяющая исследовать системы, описываемые дифференциальными уравнениями до тридцатого порядка, является открытым программным продуктом (она распространяется через Internet бесплатно);

– вся необходимая сопроводительная документация, методическое обеспечение и исчерпывающая справочная контекстная система ПК «МВТУ» выполнена на русском языке, что для многих российских пользователей снимает языковой барьер, который имеет место при изучении и использовании зарубежных программ, имеющих англоязычное методическое и справочное сопровождение.

К настоящему времени накоплен положительный опыт использования ПК «МВТУ» в ряде научно-исследовательских и образовательных организаций России [3-6], свидетельствующий о его высокой эффективности, что иллюстрирует приведенный ниже пример моделирования.

Моделирование динамики вакуумного привода двухтактного доильного аппарата. Структурная схема динамики вакуумного привода двухтактного доильного аппарата [4] показана на рис.1.

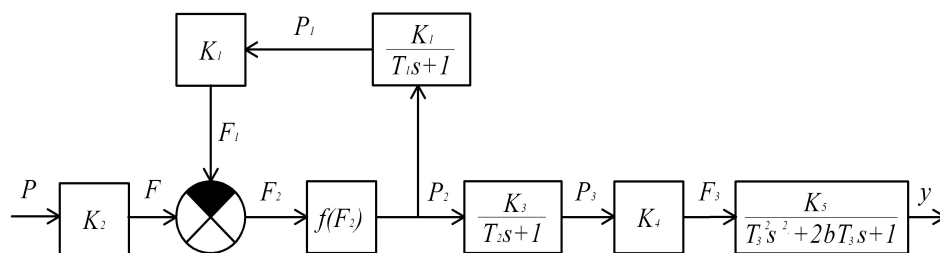


Рис.1. Структурная схема вакуумного привода двухтактного доильного аппарата

Физический смысл переменных величин и параметров передаточных функций (см.рис.1) следующий:

- P – постоянный вакуум в системе питания;
- P_1 – вакуум в управляющей камере пульсатора;
- P_2 – вакуум на выходе мембранно-клапанного узла в камере переменного вакуума пульсатора;
- P_3 – вакуум в межстенной камере доильного стакана;
- F – сила, создаваемая постоянным вакуумом на мембрану пульсатора;
- F_1 – сила, создаваемая переменным вакуумом на мембрану пульсатора;
- F_2 – разность сил F и F_1 ;
- F_3 – силовое воздействие сосковой резины на сосок;
- y – перемещение кончика соска в доильном стакане;
- T_1, K_1 – постоянная времени и коэффициент передачи управляющей камеры пульсатора;
- K_2 – коэффициент усиления мембраны пульсатора;
- $f(F_2)$ – статическая характеристика импульсного звена- клапана;
- T_2, K_3 – постоянная времени и коэффициент передачи межстенной камеры доильного стакана;
- K_4 – коэффициент усиления воздействия сосковой резины на сосок;
- T_3, b, K_5 – постоянная времени, параметр затухания и коэффициент передачи передаточной функции, отображающей процесс взаимодействия доильных стаканов с соском вымени коровы.

Релейное импульсное звено (см.рис.1), описываемое нелинейной функцией $f(F_2)$, отображает свойства мембранно-клапанного узла пульсатора.

На рис.2,а дана структурная схема моделирования динамических процессов вакуумной системы двухтактного доильного аппарата в среде ПК «МВТУ», а на рис.2,б в качестве примера представлены её результаты моделирования при следующих значениях параметров передаточных функций и постоянном вакууме в системе питания: $K_1=1$; $T_2=0,36$ с; $K_2=1$; $T_3=0,032$ с; $K_3=1$; $K_4=1$; $T_5=0,016$ с; $b=0,15$; $K_5=0,8$; $P=50$ кПа.

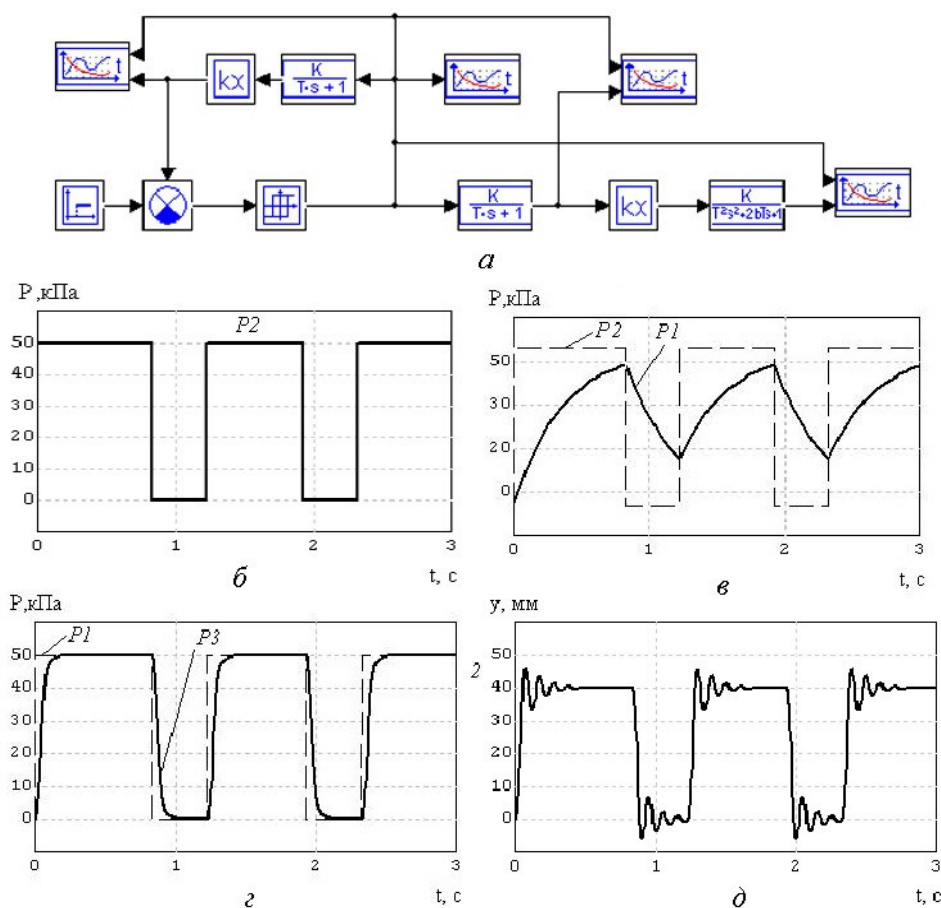


Рис.2. Структурная схема (а) и результаты моделирования динамики (б, в, г, д) вакуумной системы привода доильного аппарата. Графики изменения вакуума: б – в системе питания; в – в управляющей камере пульсатора (P_1) и на входе мембранно-клапанного узла (P_2); г – в межстенной камере доильного стакана; д – график изменения кончика соска в доильном стакане

Анализ результатов моделирования при различных значениях параметров показал их высокую сходимость с данными экспериментальных исследований [4]. Это подтверждает адекватность структурной модели исследуемой вакуумной системы доильного аппарата и дает основание, наряду с лабораторными исследованиями, на ее основе проводить компьютерные эксперименты по динамике вакуумных доильных систем для тех случаев, когда натурный эксперимент провести невозможно, например, для исследования процессов молокообразования, молокоотдачи и молоковыведения при машинном доении животных.

Заключение. Основываясь на опыте использования метода структурного моделирования, можно сделать следующие выводы:

1. Метод структурного моделирования, отличающийся сравнительной простотой, в сочетании с современными программными средствами [2-4] является высокоэффективным универсальным инструментом для решения широкого класса инженерных и научных задач.

2. Для компьютерной реализации метода структурного моделирования из большого набора современных прикладных программ целесообразно использовать отечественный программный комплекс «МВТУ» [4, 5], исходя из его отличительных признаков и преимуществ, отмеченных в вводной части настоящего сообщения. Визуальные, интерактивные средства программирования, используемые в ПК «МВТУ», сопроводительная документация и методическое обеспечение, отличающееся «прозрачностью» и доступностью для понимания, позволяют пользователю при наличии элементарных навыков работы в среде операционной системы Windows за кратчайший срок изучить его и успешно работать в его среде.

3. Высокая эффективность и сравнительная простота использования ПК «МВТУ» практически для безграничного круга научно-технических задач дают основание для постановки вопроса о целесообразности его изучения в технических вузах России в общеобразовательном курсе «Информатика» и дальнейшего его непрерывного использования при освоении естественно-научных, общепрофессиональных и специальных дисциплин. Такой подход позволит сформировать у будущих исследователей прочный фундамент для практического применения современных информационных и компьютерных технологий.

Библиографический список

1. Андриевский Б.Р. Элементы математического моделирования в программных средах Matlab 5 и Scilab / Б.Р. Андриевский, А.Л. Фрадков. – СПб.: Наука, 2001. – 286 с.

2. Инструкция пользователя программным комплексом «Моделирование в технических устройствах» (ПК «МВТУ», версия 3.5) / О.С. Козлов, Д.Е. Кондаков, Л.М. Скворцов, К.А. Тимофеев, В.В. Холодовский. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007. – 187 с.

3. Математическое моделирование систем автоматического регулирования / Б.А. Карташов, А.Б. Карташов, О.С. Козлов, Г.С. Пархоменко, С.Г. Пархоменко. – М.: КолосС, 2004. – 184 с.

4. Карташов Б.А. Структурное моделирование систем / Б.А. Карташов, С.Н. Литвинов, И.К. Винников, Е.В. Бенова // Инновационные технологии и технические средства в животноводстве: сборник науч. тр. Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии для АПК России» / ВНИПТИМЭСХ. – зерноград, 2008. – 121-129 с.

5. Карташов Б.А. Структурное моделирование технических систем: учеб. пособие / Б.А. Карташов, А.Б. Карташов, С.Н. Литвинов. – зерноград: АЧГАА, 2007. – 237 с.

6. Карташов Б.А. Практикум по структурному моделированию технических систем: учеб. пособие / Б.А. Карташов, А.Б. Карташов, О.С. Козлов, С.Н. Литвинов. – М.: Машиностроение, 2009. – 220 с.

Материал поступил в редакцию 27.04.09.

B.A. KARTASCHOV, O.S. KOZLOV, I.K. VINNIKOV, S.N. LITVINOV

MODELING OF TECHNICAL SYSTEM IN THE ENVIRONMENT OF PROGRAM COMPLEX "MBTU"

Data on a domestic program complex «MBTU» are short stated. The example of modeling of the technical system, illustrating high efficiency of a program complex is resulted.

КАРТАШОВ Борис Александрович (р. 1936), профессор (1994) кафедры «Информационно-управляющие системы» Азово-Черноморской государственной агроинженерной академии (АЧГАА), кандидат технических наук (1972). Окончил Карагандинский политехнический институт (1960).

Область научных интересов: автоматизация технологических процессов, моделирование технических систем.

Имеет 140 научных публикаций.

КОЗЛОВ Олег Степанович (р. 1945), доцент кафедры «Ядерные реакторы и установки» МГТУ им. Н.Э.Баумана, кандидат технических наук (1975). Окончил Московское высшее техническое училище им. Н.Э.Баумана (1969).

Область научных интересов: математическое моделирование динамических процессов в сложных технических системах, включая ядерные энергетические установки.

Опубликовал 60 научных работ.

ВИННИКОВ Иван Кириллович (р. 1935), ведущий научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского и проектно-технологического института механизации и электрификации сельского хозяйства, доктор технических наук (2000). Окончил Волгоградский сельскохозяйственный институт (1964).

Область научных интересов: механизация и автоматизация доения (вакуумная пневмоавтоматика).

Имеет 200 научных публикаций.

ЛИТВИНОВ Сергей Николаевич (р. 1984), аспирант кафедры «Информационно-управляющие системы» АЧГАА. Окончил Азово-Черноморскую государственную агроинженерную академию (2006).

Область научных интересов: автоматизация технологических процессов, внесение удобрений в почву.

Опубликовал 6 научных статей.

achgaa@zern.donpac.ru