

## КОМПЬЮТЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ УБОРОЧНЫХ МАШИН

**В. Б. Попов**

*Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П. О. Сухого»,  
кафедра «Сельскохозяйственные машины»*

Основа развития растениеводства XXI века – разработка адаптивных технологий возделывания культурных растений. Задачей данных технологий является максимальный учет требований, предъявляемых биологическими объектами к окружающей среде с целью их удовлетворения и получения максимальной отдачи в области растениеводства.

Решение подобной научной задачи связано с необходимостью учета большого числа одновременно действующих факторов. В результате весьма существенно возрастают затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки, сопровождающиеся традиционно большим объемом экспериментальных исследований. Альтернативой такому подходу является компьютерное моделирование изучаемых процессов на основе современных ЭВМ и адекватных математических моделей, обосновывающих рациональные параметры и проектные решения для узлов и агрегатов уборочной техники для растениеводства.

Известно, что создание эффективной и конкурентоспособной техники невозможно без моделирования функциональных процессов узлов и агрегатов уборочных машин в режиме реального времени. Такой подход уменьшает объем стендовых и полевых испытаний, позволяет оперативно корректировать разрабатываемую в ре-

жиме автоматизированного проектирования конструкторскую документацию. При этом специфика разрабатываемых технических объектов находит свое отражение, прежде всего, в их имитационных моделях. Однако наличие ЭВМ и широкий ассортимент базового и специального программного обеспечения (ПО) не снимают проблемы развития прикладного ПО, характеризующего особенности проектируемых сельскохозяйственных машин.

Кафедра «Сельскохозяйственные машины» УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», выпускающая конструкторов уборочной техники по специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники», планирует и реализует комплексный подход в обучении формированию имитационных моделей узлов и агрегатов с/х машин будущими инженерами. Обучение студентов элементам математического и имитационного моделирования начинается со 2-го семестра и для большинства студентов не прерывается вплоть до дипломного проектирования. Уже в курсах «Информатика» и «Введение в инженерное образование» учащиеся знакомятся с основами функционального моделирования и постановкой задач для формирования теоретических аналитических и алгоритмических математических моделей (ММ). Например, в процессе выполнения курсовой работы на кафедре «Информационные технологии» студенты моделируют (в среде MathCAD) узлы с/х машин и среди прочего: составляют алгоритм расчета поставленной задачи, используют численные методы решения систем уравнений, графически интерпретируют результаты решения.

В процессе изучения студентами естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин: физики, высшей математики, теоретической механики, механики материалов – учащиеся 1 и 2 курсов знакомятся со специфическими задачами соответствующей дисциплины. В результате подготавливается база для усвоения закрепленных за кафедрой специальных дисциплин и одновременно расширяются возможности учащихся в плане постановки конкретных задач. Цикл таких инженерных дисциплин, как теория механизмов и машин, гидравлика, прикладная механика, теоретические основы электротехники (ТОЭ), можно рассматривать как освоение студентами упорядоченного множества расчетных схем (РС) и ММ соответствующих технических объектов. В ТОЭ и гидравлике, по сути, уже сформированы наборы РС типовых элементов, что в сочетании с графическим представлением связей между элементами позволяет строить теоретические модели средней сложности. Умение согласовывать этап формирования РС с этапом построения ММ технического объекта обычно закладывается у студентов в процессе выполнения курсовых работ и проектов, при самостоятельном решении прикладных задач, имеющих конкретное техническое приложение.

В течение 5 и 6 семестров (3 курс) студенты изучают дисциплину «Математическое моделирование технических объектов и процессов», выполняют формализованное описание узлов и агрегатов уборочных машин, обучаясь математической интерпретации их специфики. Используя электрогидромеханические аналогии, они формируют РС конкретных объектов, а следуя принципу последовательных итераций, уточняют и рационально упрощают ММ. В этом курсе студенты решают не только задачи функционального анализа на макроуровне, но и осваивают постановку задачи параметрической оптимизации для несложных технических объектов. Знакомство с основами регрессионного анализа, планами экспериментов и их свойствами позволяет учащимся детально изучить приемы формирования экспериментальных факторных моделей с/х машин. Работа с регрессионными моделями продолжается в цикле лабораторных работ, выполняющихся одновременно с выполнением задания по курсовой работе.

В курсе «Системы автоматизированного проектирования узлов и агрегатов с/х машин» формализованное описание элементов с/х машин связано с изучением мето-

да конечных элементов. Кроме того, здесь в режиме автоматизированного проектирования ставится и решается задача многокритериальной оптимизации для двухступенчатого редуктора заданной структуры, вариант которого студент прорабатывал в курсовом проекте по дисциплине «Детали машин». Различные примеры ММ на метауровне представлены и прорабатываются в курсе «Теория автоматических систем» (7 семестр). В дисциплине «Проектирование машин для уборки сельскохозяйственных культур» (8 семестр) представлены как функциональные ММ кормоуборочной техники – подпрессовка растительной массы в питающем аппарате кормоуборочного комбайна, поворот силосопровода и анализ энергетики измельчающего барабана, так и зерноуборочных комбайнов – регулировка подбарабанья самоходной молотилки, анализ выходных параметров механизма очистки.

В процессе конструкторской и преддипломной практик студентам рекомендуется выбрать и модернизировать ММ узла (агрегата) уборочной машины, которую они корректируют уже в процессе работы над дипломным проектом. В этот же период практик ряд студентов, планирующих распределиться в РКУП «ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике», на рабочих местах основательно знакомятся с программным комплексом «PRO-ENGINEER».

Перестройка учебного процесса, несомненно, требует оснащенных современными ЭВМ и программными продуктами университетских лабораторий, переподготовки преподавателей, но и существенно повышает качество подготовки будущих инженеров, формирует специалистов, способных радикально улучшить качество проектирования уборочной техники.