

**КОМПЬЮТЕР В КУРСАХ МЕХАНИКИ И МЕХАТРОНИКИ В НИУ МЭИ:
ОТ ПОСТРОЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ДО АНИМАЦИИ***Капустина О.М.**Национальный исследовательский университет «МЭИ»*

В докладе отражён опыт применения систем компьютерной алгебры (СКА): лицензионной Mathematica и свободно распространяемой Maxima, в преподавании курсов «Теоретическая механика», «Динамика мехатронных систем» в Национальном исследовательском университете «Московский энергетический институт» на кафедре теоретической механики и мехатроники. Описана методика использования СКА при выполнении студентами первого и второго курса расчётно-графических работ по разделам «Статика», «Кинематика», «Динамика», а также при подготовке студентами старших курсов и аспирантов курсовых, квалификационных бакалаврских работ, магистерских и кандидатских диссертаций. Представлены примеры построения и решения уравнений, проведения параметрического анализа, создания анимации в задачах статики плоской системы сил, кинематики многосвязных управляемых механизмов, динамики неголономных систем.

Практика использования компьютера в НИУ МЭИ имеет давнюю историю. Профессор И.В.Новожилов, известный советский и российский учёный, заложил основы применения ЭВМ в преподавании теоретической механики [1]. Начиная с 70-х годов двадцатого века, тысячи студентов МЭИ прошли и проходят в настоящее время практикум по решению задач механики с помощью компьютера.

Представители научно-методической школы И.В.Новожилова, к которым относится и автор доклада, руководствуются следующим принципом: студента следует учить построению моделей механических систем и проведению их численного, аналитического, графического анализа. Компьютер и программное обеспечение рассматриваются как эффективные и удобные подручные средства в этом образовательном процессе.

В начале обучения студенты вручную составляют уравнения равновесия и движения различных механических и электромеханических систем и обращаются к компьютеру для получения и анализа численного решения построенных уравнений. На следующем этапе они учатся составлять и сами уравнения с помощью компьютера, а также строить простейшие анимации на основе решения этих уравнений. В выпускных бакалаврских работах, магистерских и кандидатских диссертациях студенты и аспиранты проводят анализ динамики сложных управляемых систем, используя компьютерное моделирование, включающее построение геометрических иллюстраций и анимации. СКА Mathematica и Maxima являются превосходными инструментами как преподавателя, так и студента на всех этапах обучения.

Студенты НИУ МЭИ изучают теоретическую механику в течение одного или двух семестров на первом и втором курсах и выполняют за это время от трёх до пяти самостоятельных расчётно-графических заданий с помощью компьютера. Для выполнения каждого из заданий разработаны электронные методические указания-программы на языках Mathematica и Maxima [2-6]. Практика показала, что свободно распространяемая Maxima, хотя и уступает во многом лицензионной Mathematica, может быть достаточно эффективно использована в учебном процессе. Программы на обоих языках содержат текстовые и исполняемые ячейки, в которых размещены условия задач в виде текста, рисунков и таблиц, генераторы случайных значений параметров для индивидуального задания, описание постановок задач, методические указания к выполнению заданий, а также разобранные примеры. Студент, получив такие

При изучении раздела «Динамика» студенты выполняют с помощью Mathematica и Maxima расчёты по динамике материальной точки, находят динамические реакции несбалансированного ротора, составляют и решают уравнения Лагранжа II рода машины с кулисным приводом. Программа-шаблон на языке Maxima для расчёта реакций ротора разработана с участием студентов II курса [5].

Студенты старших курсов и аспиранты используют СКА при изучении курса «Динамика мехатронных систем» и других курсов, в исследованиях при выполнении выпускных и диссертационных работ. Сотрудниками кафедры в методических целях разработан веб-сайт "Компьютерные технологии в механике" [7], на котором в открытом доступе находятся программы Mathematica построения уравнений динамики неавтономных систем, линеаризации этих уравнений, построения и исследования характеристического уравнения системы линеаризованных уравнений и др. В частности, на сайте представлена программа построения анимации движений одноколёсного робота. Результат работы этой программы в виде анимации возмущённых движений диска является наглядной иллюстрацией понятия устойчивости по Ляпунову.

На кафедре ведутся научные работы [8,9], относящиеся к исследованию динамики одноколёсных роботов геометрическими методами. Получаемые при этом с помощью СКА бифуркационные диаграммы Пуанкаре-Четаева и Смейла, являющиеся геометрическими трёхмерными образами стационарных движений, а также анимация движений, отвечающих точкам этих поверхностей, способствуют лучшему пониманию динамики роботов, делая возможным участие студентов кафедры в научных работах.

Использование современных компьютерных методов в преподавании и исследованиях позволяет повысить интерес учащихся к предмету, сделать более содержательным и наглядным анализ предлагаемых задач. Полученный опыт применения СКА помогает освоению других профессиональных компьютерных систем.

Список использованных источников

1. Новожилов И.В., Зацепин М.Ф. Типовые расчёты по теоретической механике на базе ЭВМ. М.: Высш. шк., 1986. 136 с.

2. Капустина О.М., Мартыненко Ю.Г. Примеры параметрического анализа в задачах теоретической механики с помощью системы MATHEMATICA / Сборник научно-метод. статей по теоретической механике. М.: Изд-во МГУ, 2009, № 27, с. 107-120.

3. Капустина О.М. Применение свободно распространяемой системы компьютерной алгебры Maxima в преподавании теоретической механики / Сборник научно-метод. статей по теоретической механике. М.: Изд-во МГУ, 2012, № 28, с. 81-88.

4. Kapustina O.M. Mathematica in teaching at the Moscow Power Engineering Institute. Wolfram Research in collaboration with UNICEF. Computer-Based Math Education Summit 2013, November 21-22, New York USA // <http://www.computerbasedmath.org/events/education-summit-newyork-2013/schedule.html#friday>

5. Ищенко Д.С., Капустина О.М., Черников А.В. Решение задач теоретической механики с помощью системы символьных вычислений Maxima // Международная конференция «Восьмые Окуневские чтения». 25-28 июня 2013 г., Санкт-Петербург: Материалы докладов / Балт. техн. гос. ун-т. – СПб., 2013. С.373-374.

6. Капустина О.М. Геометрические интерпретации, компьютерные анимации в преподавании теоретической механики // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» - ИНФОРИНО-2014 (Москва, 15-16 апреля 2014 г.). М.: Издательский дом МЭИ, 2014. С. 539-540. http://inforino2014.mpei.ru/doc/proc_lo.pdf

7. Kapustina O.M., Martynenko Y.G. Computer technology in the mechanics. <https://sites.google.com/site/comptechmechanics/>

8. Борисов Д.Б., Капустина О.М., Мартыненко Ю.Г. Свойства геометрических образов стационарных движений диска-гиростата на шероховатой плоскости // Международная конференция «Восьмые Окуневские чтения». 25-28 июня 2013 г., Санкт-Петербург: Материалы докладов / Балт. техн. гос. ун-т. СПб., 2013. С.82-84.

9. Kapustina O.M., Martynenko Y.G. Stability Analysis and Visualization of One-Wheeled Robot Steady Motion. European Wolfram Technology Conference 11-12 June 2013, Frankfurt, Germany. <http://www.wolfram.com/events/technology-conference-eu/2013/resources.html>