



Человек и образование 2013-2024

ISSN 2079-8784

URL - <http://ras.jes.su>

Все права защищены

Выпуск 3 (64) Том . 2020

Овладение основами математического моделирования в техническом вузе

Голубева Нина Викторовна

доцент кафедры информатики, прикладной математики и механики, Омский государственный университет путей сообщения

Российская Федерация, Омск

Аннотация

В статье представлены и описаны возможности применения инженерного приложения PTC Mathcad Prime 3.1 при освоении азов научного метода математического моделирования, что является необходимым компонентом образовательного процесса и в значительной степени определяет его эффективность, обеспечивает существенное повышение мотивированного интереса студентов к научно-исследовательской работе, стимулирует их творческую самореализацию.

Ключевые слова: математическое моделирование, инженерное приложение, исследовательская деятельность, технический объект, математический аппарат, динамические свойства, эмпирическая модель, результаты эксперимента

Дата публикации: 27.06.2022

Ссылка для цитирования:

Голубева Н. В. Овладение основами математического моделирования в техническом вузе // Человек и образование – 2020. – Выпуск 3 (64) С. 70-73 [Электронный ресурс]. URL: <https://человекиобразование.рф/S181570410020890-4-1> (дата обращения: 15.05.2024). DOI: 10.54884/S181570410020890-4

1 Математическое моделирование как универсальный метод научного познания, как метод изучения процессов, объектов, как средство проектирования технических систем является «неизбежной составляющей научно-технического прогресса» [1, с.7.]. Математическое моделирование выполняет функцию «главного проводника фундаментальных идей и технологий в естественные и технические науки, в производство» [2, с.234].

2 Усложнение технических систем, обеспечение их надежности, комплексность, мульти- и трансдисциплинарность проблем развития техносферы, необходимость прогнозирования возможных техногенных рисков, возрастание ответственности за принимаемые решения – это те реальные обстоятельства, в которых будет осуществляться инженерная деятельность выпускников специалитета технического вуза.

3 Компетентному, конкурентоспособному современному специалисту необходимо обладать умениями и навыками применения математических методов исследования средствами современных вычислительно-информационных технологий, программных продуктов для решения профессиональных задач. Поэтому одной из ключевых составляющих инженерного образования должно быть владение базовым инструментом получения новых фундаментальных знаний, проведения научных исследований, проектирования технических систем и разработки инновационных наукоемких технологий средствами – математического моделирования [3].

4 В Омском государственном университете путей сообщения (ОмГУПС) студентам 2-го курса, обучающимся по программам специалитета, предлагается авторский курс «Математическое моделирование систем и процессов» [4, 5], главная задача которого – ознакомить студентов с основами универсального научного метода – математического моделирования, его приемами, принципами, огромным потенциалом для решения широкого спектра задач различных научных областей.

5 Образовательный процесс в рамках данной дисциплины предусматривает проведение лабораторного практикума и выполнение студентами научно-исследовательской работы на базе инженерного математического программного обеспечения РТС Mathcad Prime 3.1.

6 Применение инструментов и возможностей инженерного приложения РТС Mathcad Prime 3.1 позволяет сделать процесс овладения приемами математического моделирования более продуктивным, интересным, мотивированным, наглядным и тем самым обеспечивает более глубокое понимание сути и методов математического моделирования. Качественное учебно-методическое обеспечение лабораторного практикума, оптимальное сочетание различных педагогических подходов и образовательных технологий способствуют тому, что студенты, заинтересованные в своем интеллектуальном развитии, быстро осознают роль математического моделирования для изучения общеинженерных и специальных дисциплин, для организации научно-исследовательской работы и перспектив использования методологии математического моделирования в будущей профессиональной деятельности.

7 Инженерное приложение РТС Mathcad Prime 3.1 предоставляет возможности исследовать, анализировать, строить математические модели на основе использования таких важнейших математических понятий, как обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ) и их системы, дифференциальные уравнения в частных производных (ДУЧП), пространство состояний и передаточные функции динамической системы, системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), нелинейные алгебраические и трансцендентные уравнения и т. д.

8 Повышению уровня восприятия основ и приемов математического моделирования способствуют мощные графические средства РТС Mathcad Prime 3.1 для визуализации результатов исследований (2D, 3D-графики, графики поверхностей (контурные), полярные графики, различные варианты диаграмм).

9 Инструменты РТС Mathcad Prime 3.1 помогают студентам освоить принципы построения эмпирических моделей, реализовать, сравнивать, анализировать различные методы решения задач приближения функций: интерполяции, аппроксимации данных, полученных в результате эксперимента (например, вольт-амперной характеристики нелинейного элемента электрической цепи, частотной, переходной характеристики динамического объекта).

10 Адекватность построенной математической модели, а следовательно, качество и ценность полученных на ее основе результатов в большой степени определяются тем, какой подход – детерминированный или стохастический – положен в основу исследований. Формированию представлений об этих двух подходах способствуют средства РТС Mathcad Prime 3.1. В частности, студенты исследуют особенности реализации типовых моделей нормального (гауссовского) и равномерно распределенного случайных процессов, используемых при формировании стохастических моделей.

11 Средства РТС Mathcad Prime 3.1 используются для решения широкого круга инженерных и научных задач: анализа устойчивости и оценивания состояния динамических систем, расчета режимов работы электротехнических, электромеханических, радиотехнических, электронных устройств, систем автоматического управления, исследования механических и электрических колебаний и т.д.

12 Лабораторный практикум предусматривает численное решение и анализ линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных ОДУ различных порядков и их систем. Студенту предлагается решить поставленные задачи разными методами. Например, с помощью встроенной функции Rkadapt реализуется метод Рунге – Кутты 4-го порядка с адаптивно подстраиваемым шагом интегрирования (шаг определяется характером изменения искомой функции – решения). Применение встроенной функции odesolve в документе Mathcad дает студентам возможность записать решаемую модель – дифференциальное уравнение или систему, а также начальные условия (задача Коши) в естественной наглядной математической форме. Функция odesolve осуществляет подбор численного метода решения (Адамса – Башфорта, BDF, Рунге – Кутта, Radau) в зависимости от типа (класса) решаемого ОДУ и вызывает соответствующий

решатель. Студенты оценивают влияние начальных условий на получаемое решение путем их варьирования и построения соответствующих интегральных кривых.

13 РТС Mathcad Prime 3.1 помогает студентам сформировать представление о такой важной математической модели, как жесткие системы ОДУ (жесткие модели) [6]. С ними будущие инженеры могут столкнуться при моделировании электрических сетей, исследовании сложных электротехнических объектов, систем управления. Для решения жестких систем ОДУ применяется встроенная функция Radau, реализующая метод Радо.

14 Существенное внимание при изучении динамических моделей уделяется качественному исследованию динамических систем методом фазовой плоскости. Инструменты РТС Mathcad Prime 3.1 позволяют студенту оценить изменение состояния моделируемого динамического объекта во времени с помощью его фазовой траектории и фазового портрета, отображающего совокупность фазовых траекторий, полученных путем варьирования начальных условий.

15 Для будущих специалистов, чья профессиональная деятельность связана с разработкой, анализом, проектированием электротехнических, электроэнергетических систем, систем управления, огромное значение имеют глубокие знания и навыки в области исследования и моделирования переходных процессов. В среде РТС Mathcad Prime 3.1 студенты имеют возможность оценить влияние параметров динамической модели на характер (тип) переходного процесса. Применяя в качестве входной функции – правой части ОДУ единичную ступенчатую функцию (функция Хевисайда), получают решение – выходную функцию, представляющую собой переходную, которой делают вывод о переходном процессе (показатели качества переходного процесса), то есть о динамических свойствах объекта.

16 Благодаря инструментам РТС Mathcad Prime 3.1 студенты с интересом осваивают приемы и особенности исследования процессов в электрических цепях на основе математического аппарата пространства состояний. Сделав обоснованный выбор переменных состояния для заданной электрической цепи 3-го порядка, применив свои знания из курсов физики, математики, электрических цепей, они формируют модель в пространстве состояний. Решение модели реализуется двумя способами: с помощью специальной встроенной функции statespace для моделирования в пространстве состояний и выше описанной функции Rkadapt. Динамика изменения переменных состояния отображается графически, в том числе и в виде фазовой траектории в трёхмерном пространстве состояний.

17 Инженерное приложение РТС Mathcad Prime 3.1 имеет собственную встроенную систему программирования, возможности которой студенты задействуют при решении нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, при реализации методов интерполяции функций, численного интегрирования, в том числе метода Монте-Карло, и др.

18 Применение инженерного математического программного обеспечения РТС Mathcad Prime 3.1. при освоении азов научного метода математического

моделирования является необходимым и очень важным компонентом образовательного процесса, в значительной степени определяющим его эффективность [7]. Овладение широкими возможностями РТС Mathcad Prime 3.1 обеспечивает существенную активизацию познавательной деятельности студентов, стимулирует их интеллектуальный рост, побуждает к научному поиску и самореализации, значительно повышает их мотивированный интерес к научно-исследовательской работе, а следовательно, способствует формированию базовых исследовательских компетенций будущих специалистов.

Библиография:

1. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – М.: Физматлит, 2002. – 320 с.
2. Ильин В. П. Как реорганизовать вычислительные науки и технологии? // Вестник Российской Академии Наук.– 2019. –Т. 89, № 2.–Новосибирск.– С. 232-242.
3. Голубева Н. В. Базовый инструмент исследовательской деятельности: формирование компетентного инженера // Человек и образование.– 2019.– № 1 (58).– С. 141-146.
4. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие.– СПб.: Издательство «Лань», 2016. –192 с.
5. Голубева Н. В. Основы математического моделирования систем и процессов: учебное пособие. 2-е изд., с изм.– Омск: ОмГУПС, 2019.– 95 с.
6. Галанин М. П., Ходжаева С. Р. Разработка и тестирование методов решения жестких обыкновенных дифференциальных уравнений. // Математическое моделирование и численные методы.– 2014.– № 4.– С. 95-119.
7. Голубева Н. В. Инженерное образование: на пути к профессионализму // Перспективы науки.– 2020.– № 2 (125).– Тамбов: ТМБпринт.– С. 127-132.

Mastery of the foundations of mathematical modeling in a technical university

Nina Golubeva

*Associated Professor of the Department «Informatics, Applied Mathematics and Mechanics», Omsk State Transport University
Russian Federation, Omsk*

Abstract

One of the key components of engineering education is the possession of a basic tool for obtaining new fundamental knowledge, scientific research, and designing technical systems – mathematical modeling. The use of tools and capabilities of the engineering application PTC Mathcad Prime 3.1 in mastering the basics of the scientific method of mathematical modeling is a necessary component of the educational process, largely determining its effectiveness, providing a significant increase in students' motivated interest in research work, stimulating their creative self-realization.

Keywords: mathematical modeling, engineering application, research activities, technical object, mathematical apparatus, dynamic properties, empirical model, experimental results

Publication date: 27.06.2022

Citation link:

Golubeva N. Mastery of the foundations of mathematical modeling in a technical university // Man and Education – 2020. – Issue 3 (64) С. 70-73 [Electronic resource]. URL: <https://человекиобразование.рф/S181570410020890-4-1> (circulation date: 15.05.2024). DOI: 10.54884/S181570410020890-4