

Impact Factor ISRA (India) = 1.344  
Impact Factor ISI (Dubai, UAE) = 0.829  
based on International Citation Report (ICR)  
Impact Factor GIF (Australia) = 0.356

Impact Factor JIF = 1.500  
Impact Factor SIS (USA) = 0.912  
Impact Factor PIHII (Russia) = 0.179  
Impact Factor ESJI (KZ) = 1.042

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

## International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2015 Issue: 05 Volume: 25

Published: 30.05.2015 <http://T-Science.org>

**Gennady Evgenievich Markelov**

Candidate of Engineering Sciences,  
associate professor,

Bauman Moscow State Technical University,  
Moscow, Russia

[markelov@bmstu.ru](mailto:markelov@bmstu.ru)

**SECTION 21. Pedagogy. Psychology.  
Innovations in the field of education.**

## CONTENT OF THE COURSE «FUNDAMENTALS OF MATHEMATICAL MODELING»

**Abstract:** The paper provides recommendations aimed at creating a common and inseparable connection between the mathematical, natural science, and engineering disciplines. As an example, it presents the content of the course «Fundamentals of Mathematical Modeling», which consists of four modules: Fundamentals of Mathematical Modeling, Macro-Level Mathematical Models, Non-Linear Macro-Level Mathematical Models, and Micro-Level Mathematical Models.

**Key words:** mathematical modeling, quality training, competitiveness.

**Language:** Russian

**Citation:** Markelov GE (2015) CONTENT OF THE COURSE «FUNDAMENTALS OF MATHEMATICAL MODELING». ISJ Theoretical & Applied Science 05 (25): 59-61.

**Soi:** [http://s-o-i.org/1.1/TAS\\*05\(25\)12](http://s-o-i.org/1.1/TAS*05(25)12) **Doi:**  <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2015.05.25.12>

### О СОДЕРЖАНИИ КУРСА «ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ»

**Аннотация:** В статье даны рекомендации, направленные на формирование общей и неразрывной связи между математическими, естественнонаучными и инженерными дисциплинами. В качестве примера приведено содержание учебного курса «Основы математического моделирования», состоящее из четырех модулей: основы математического моделирования, математические модели макроуровня, нелинейные математические модели макроуровня, математические модели микроуровня.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, качество подготовки, конкурентоспособность.

#### Введение

Учебный курс «Основы математического моделирования», читаемый автором для студентов кафедры «Прикладная математика» МГТУ имени Н.Э. Баумана, в значительной степени определяет уровень подготовки выпускников к профессиональной деятельности в области машиностроения и приборостроения. Такой курс состоит из модулей, необходимых для изучения современных методов построения математических моделей, способов качественного и количественного анализа математических моделей, методик рационального использования возможностей математического моделирования в области машиностроения и приборостроения.

Целью настоящей работы является изложение некоторых важных особенностей, учет которых при разработке содержания учебного курса «Основы математического моделирования» улучшает качество подготовки выпускников к

профессиональной деятельности в области машиностроения и приборостроения, повышает их конкурентоспособность.

#### О начальном уровне подготовки студента

Математическое моделирование объектов современного машиностроения и приборостроения опирается на знания естественных и технических наук, используя при этом практически все разделы математики. Поэтому содержание учебного курса «Основы математического моделирования» тесно связано с математическими, естественнонаучными и инженерными дисциплинами основной образовательной программы или их модулями. В этой связи заслуживает внимания комплекс учебников серии «Математика в техническом университете» [1–21], в котором отражен многолетний опыт преподавания в МГТУ имени Н.Э. Баумана общего курса математики, ее специальных глав и ряда математических



дисциплин, необходимых для успешной профессиональной деятельности в области машиностроения и приборостроения.

Очевидно, что для успешного обучения основам математического моделирования необходимо обладать знаниями, умениями и навыками, приобретенными в результате изучения предшествующих дисциплин или их модулей. Например, таких как:

- ✓ физика;
- ✓ математический анализ;
- ✓ аналитическая геометрия;
- ✓ линейная алгебра;
- ✓ кратные и криволинейные интегралы, ряды;
- ✓ дифференциальные уравнения;
- ✓ теория функций комплексного переменного;
- ✓ теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов;
- ✓ методы вычислений;
- ✓ уравнения математической физики;
- ✓ механика и электродинамика сплошных сред.

### **О содержании учебного курса**

Содержание учебного курса «Основы математического моделирования» должно не только охватывать различные разделы математических, естественнонаучных и инженерных дисциплин, но и устанавливать между ними общую и неразрывную связь. В рамках такого учебного курса следует рассматривать математические модели различных технических систем, уделяя особое внимание электрическим, механическим, тепловым, гидравлическим и пневматическим системам. При этом желательно строить иерархию математических моделей и проводить их анализ, например, изучать модели как макроуровня, так и микроуровня одного и того же объекта.

Далее в качестве примера приведено содержание учебного курса «Основы математического моделирования». Оно основано на завершающем серии «Математика в техническом университете» двадцать первом выпуске [21]. Курс рассчитан на два семестра и состоит из четырех модулей: основы математического моделирования, математические модели макроуровня, нелинейные математические модели макроуровня, математические модели микроуровня.

### **Модуль 1. Основы математического моделирования**

Математическое моделирование и технический прогресс. Основные этапы

математического моделирования. Математическая модель технического объекта. Понятие, структура и свойства математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Принципы построения математических моделей. Классификация математических моделей. Принцип декомпозиции. Иерархия математических моделей и формы их представления (модели микро, макро и метауровня). Введение в теорию размерностей. Представление математической модели в безразмерной форме.

### **Модуль 2. Математические модели макроуровня**

Уравнения состояния типового элемента. Особенности построения математических моделей систем, состоящих из большого числа взаимосвязанных между собой типовых элементов. Электрические двухполюсники, простейшие элементы механических систем, некоторые элементы тепловых, гидравлических и пневматических систем. Электромеханическая, электротепловая, электрогидравлическая и электропневматическая аналогии. Об использовании математических моделей простейших типовых элементов. Эквивалентная схема технической системы. Дуальные электрические цепи. Двойственность электромеханической аналогии. Математические модели линейного осциллятора и их анализ. Применение уравнений Лагранжа второго рода для построения моделей технических систем.

### **Модуль 3. Нелинейные математические модели макроуровня**

Причины возникновения нелинейности в электрических, механических, тепловых, гидравлических и пневматических системах. Статические и стационарные нелинейные модели. Некоторые нестационарные нелинейные модели. Простейшие динамические модели. Положения равновесия консервативной системы. Фазовый портрет консервативной системы. Особенности поведения некоторых консервативных систем. Математические модели некоторых диссипативных систем. Автоколебательные системы. Приближенные аналитические методы анализа динамических моделей.

### **Модуль 4. Математические модели микроуровня**

Математические модели микроуровня простейших элементов электрических систем. Одномерные математические модели теплопроводности. Одномерные нестационарные модели гидравлических систем. Построение математической модели участка горизонтального

**Impact Factor ISRA (India) = 1.344**  
**Impact Factor ISI (Dubai, UAE) = 0.829**  
based on International Citation Report (ICR)  
**Impact Factor GIF (Australia) = 0.356**

**Impact Factor JIF = 1.500**  
**Impact Factor SIS (USA) = 0.912**  
**Impact Factor PИИЦ (Russia) = 0.179**  
**Impact Factor ESJI (KZ) = 1.042**

трубопровода, по которому течет идеальная сжимаемая жидкость. Об использовании математических моделей. Примеры использования математических моделей процесса теплопроводности для решения задачи о выборе оптимальных параметров двухслойной сферической оболочки, внутри которой под давлением находится сильно нагретый газ.

#### **Заключение**

Таким образом, при разработке содержания и структуры учебного курса «Основы математического моделирования» следует

учитывать начальный уровень подготовки студента и рекомендации, направленные на формирование общей и неразрывной связи между математическими, естественнонаучными и инженерными дисциплинами. Это улучшает качество подготовки студентов к будущей профессиональной деятельности в условиях быстро изменяющегося мира, всеобщей взаимозависимости и глобальной конкуренции.

#### **References:**

1. Morozova VD (2014) Vvedenie v analiz. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
2. Ivanova EE (2014) Differentsial'noe ischislenie funktsii odnogo peremennogo. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
3. Kanatnikov AN, Krishchenko AP (2014) Analiticheskaya geometriya. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
4. Kanatnikov AN, Krishchenko AP (2006) Lineinaya algebra. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
5. Kanatnikov AN, Krishchenko AP, Chetverikov VN (2007) Differentsial'noe ischislenie funktsii mnogikh peremennykh. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
6. Zarubin VS, Ivanova EE, Kuvyrkin GN (2015) Integral'noe ischislenie funktsii odnogo peremennogo. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
7. Gavrilov VR, Ivanova EE, Morozova VD (2008) Kratnye i krivolineinye integraly. Elementy teorii polya. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
8. Agafonov SA, German AD, Muratova TV (2011) Differentsial'nye uravneniya. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
9. Vlasova EA (2006) Ryady. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
10. Morozova VD (2009) Teoriya funktsii kompleksnogo peremennogo. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
11. Volkov IK, Kanatnikov AN (2015) Integral'nye preobrazovaniya i operatsionnoe ischislenie. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
12. Martinson LK, Malov YuI (2011) Differentsial'nye uravneniya matematicheskoi fiziki. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
13. Vlasova EA, Zarubin VS, Kuvyrkin GN (2004) Priblizhennyye metody matematicheskoi fiziki. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
14. Attetkov AV, Galkin SV, Zarubin VS (2003) Metody optimizatsii. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
15. Van'ko VI, Ermoshina OV, Kuvyrkin GN (2006) Variatsionnoe ischislenie i optimal'noe upravlenie. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
16. Pechinkin AV, Teskin OI, Tsvetkova GM, Bocharov PP, Kozlov NE (2006) Teoriya veroyatnostei. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
17. Goryainov VB, Pavlov IV, Tsvetkova GM, Teskin OI (2008) Matematicheskaya statistika. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
18. Volkov IK, Zuev SM, Tsvetkova GM (2006) Sluchainyye protsessy. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
19. Belousov AI, Tkachev SB (2015) Diskretnaya matematika. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
20. Volkov IK, Zagoruiko EA (2004). Issledovanie operatsii. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.
21. Zarubin VS (2010) Matematicheskoe modelirovanie v tekhnike. Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, Moscow.