



Компьютерное моделирование физических и технологических процессов. Теория, алгоритмы, программы [Текст] : учеб. пособие / В. Х. Кириллов, В. В. Зуб, А. С. Титлов, А. К. Шишков ; под ред. В. Х. Кириллова. - Одесса : ВМВ, 2016. - 565 с. : табл., рис. - Библиогр.: с. 560-564. - ISBN 978-966-413-579-2.

В учебном пособии рассмотрены основные модели (закономерности) механических, гидродинамических, теплофизических, электромагнитных и некоторых биологических процессов и алгоритмы регрессионного моделирования. Для реализации математических моделей и статистических алгоритмов применяются математические пакеты Mathcad, MatLab+Simulink, FemLab (Comsol), SPSS и TableCurve. Описаны операционные среды и особенности применения упомянутых компьютерных пакетов. Для каждого из основных разделов учебного пособия приведены задания для самостоятельного решения.

Учебное пособие адресовано студентам бакалаврам, магистрам, аспирантам, преподавателям инженерных и технологических специальностей, научным работникам, применяющим методы математического моделирования и информационные технологии в практической работе.

Введение

В 90-х годах XX века ведущие мировые державы перешли предсказанный еще Норбертом Винером рубеж, разделяющий "век физики" и "век информатики". Это сопровождалось глобальным переоснащением всех отраслей промышленности компьютерными системами и потребовало огромных капиталовложений - в том числе в разработку всевозможных программных средств для автоматизации инженерной деятельности. Ввиду объективных причин украинская промышленность заметно отстала от лидеров мировой экономики. Но путь, по которому ей предстоит идти, определен ясно: коренная перестройка процесса инженерного труда, основанная на повсеместном внедрении современных информационных технологий.

Любая технологическая перестройка промышленности бесперспективна, если она не обеспечена соответствующими кадрами. В этой связи необходимо оценить качество выпускников наших вузов, их соответствие современным реалиям и зарубежным стандартам. По общему мнению специалистов, при экспресс-сопоставлении студентов отечественной и

зарубежной высших технических заведений, наши студенты, по сравнению с зарубежными сверстниками, обладают большим объемом фундаментальных знаний, имеют большой инженерный кругозор, но уступают в решении практических инженерных задач. К сожалению, наше образование дает устаревшие технологии применения знаний. Наш выпускник может рассчитать инженерную конструкцию, но будет это делать вручную и довольно долго. А его зарубежный коллега, владеющий соответствующими программными средствами, произведет расчеты намного быстрее и, кроме того, сможет провести соответствующую оптимизацию, выдать необходимые спецификации и рабочие чертежи. Конечно, такой специалист более ценен и для нашей промышленности.

Формирование специалиста, способного эффективно работать в XXI веке, должно осуществляться через насыщение учебных планов информационно-технологическими компонентами и через развитие переподготовки кадров. Следовательно, требуется пересматривать содержание и состав фундаментальных, общепрофессиональных и специализированных дисциплин. Необходимы условия для формирования штата преподавателей, владеющих современными технологиями и инфраструктуры переподготовки кадров по профильным информационно технологическим приложениям.

В мире создано немало программных средств (CAD/CAM /CAE), обеспечивающих повышение производительности труда инженера. По ряду причин наибольшее распространение получил CAD, однако в учебном процессе должен быть представлен по возможности широкий круг полезных и эффективных программных комплексов. По нашему мнению, проводя детальный анализа рыночных потребностей и предложений, для формирования будущего специалиста надо ориентироваться на изучение наиболее простых проблемно-ориентированных программных комплексов, позволяющих быстро и эффективно решать практические задачи.

Изучение более сложных наукоемких комплексов (FEM-LAB, ANSYS, COSMOS) также целесообразно, но при подготовке специалистов более высокого уровня - магистров и аспирантов. В любом случае отбор информационно-технологических компонент, программных комплексов является для профессорско-преподавательского корпуса задачей непростой и ответственной.

Актуальная задача формирования нового поколения инженеров, обладающих комплексом знаний и навыков, обеспечивающих их востребованность на рынке труда, требует существенного и незамедлительного расширения спектра изучаемых компьютерных приложений, развития материально-технической базы высшей школы, укрепления и обновления ее кадрового состава.

Оглавление

Введение.....	8
Глава 1. Особенности современного компьютерного моделирования.....	10
1.1. Предмет математики и компьютерного моделирования.....	10
1.2. Гносеологический аспект математического моделирования.....	11
1.3. Два подхода к компьютерному моделированию технических и технологических систем.....	14
1.4. Теория подобия и анализ размерностей.....	17
1.4.1. Основы теории подобия.....	19
1.4.2. Анализ размерностей.....	25
Глава 2. Численные методы компьютерного моделирования.....	38
2.1. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.....	41
2.1.1. Задача Коши.....	42
2.1.2. Методы решения краевых задач.....	54
2.2. Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных.....	59
2.3. Статистическая обработка данных.....	
2.3.1. Интерполяция.....	78
2.3.2. Аппроксимация.....	83
Глава 3. Обзор программных средств компьютерного моделирования.....	91
3.1. MathCad	91
3.1.1. Пользовательский интерфейс.....	92
3.1.2. Простейшие приёмы работы.....	97
3.1.3. Работа с графикой.....	99
3.1.4. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.....	103
3.1.5. Символьные вычисления.....	106
3.2. MatLab+Simulink	109
3.2.1. Простейшие вычисления.....	113
3.2.2. Встроенные элементарные и специальные функции.....	117
3.2.3. MatLab – матричная лаборатория.....	120
3.2.4. Функции функций.....	121
3.2.5. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.....	126
3.2.6. Интерполяция и аппроксимация данных в системе MatLab.....	131
3.2.7. Simulink – система визуального моделирования.....	131
3.3. COMSOL Multiphysics (FemLab)	143
3.3.1. Выбор размерности и определение физического	

раздела.....	147
3.3.2. Определение рабочей области и геометрии объекта.....	149
3.3.3. Исходные данные, зависимости переменных от координат и времени.....	156
3.3.4. Свойства материалов и начальные условия.....	159
3.3.5. Граничные условия.....	161
3.3.6. Построение сетки.....	162
3.3.7. Определение параметров решающего устройства и расчет.....	164
3.3.8. Настройка режима отображения и получение результата	165
3.4. TableCurve 2D, TableCurve 3D	168
3.4.1. Аппроксимация парных данных сглаживающей кривой (2D- регрессия) в системе TableCurve 2D.....	169
3.4.4. Аппроксимация трёхмерных данных (3D - регрессия) в системе TableCurve 3D.....	175
3.5. SPSS.....	180
3.5.1. Начало работы в среде SPSS.....	181
3.5.2. SPSS для Windows – обзор.....	198
3.5.3. Редактор данных - SPSS Data Editor.....	209
Глава 4. Компьютерные модели теоретической механики.....	223
4.1. Статический анализ конструкций.....	223
4.2. Кинематический анализ движения точки.....	236
4.3. Компьютерная динамика материальной точки.....	245
4.4. Компьютерная динамика механической системы.....	283
4.5. Компьютерное моделирование колебаний механической системы.....	304
Глава 5. Компьютерные модели гидродинамических процессов.....	352
5.1. Основы механики жидкости и газа.....	352
5.2. Компьютерное моделирование обтекания круглого цилиндра.....	373
5.3. Компьютерное моделирование солитона.....	383
5.4. Исследование нелинейных волнообразований на поверхности тонкого слоя вязкой жидкости.....	394
5.5. Моделирование контактного влияния газового потока на вертикальное ламинарное течение тонкого слоя вязкой жидкости.....	406
Глава 6. Компьютерное моделирование теплообменных процессов.....	410
6.1. Основы теории теплоты.....	410
6.2. Расчёт стационарного температурного поля в среде PDE MatLab.....	424

6.3.	Расчёт нестационарного температурного поля.....	436
6.4.	Нагрев тела при граничных условиях I рода (нестационарный режим, 3D модель с учётом зависимости теплофизических коэффициентов от температуры.....	439
Глава 7.	Компьютерное моделирование электромагнитных процессов.....	445
7.1.	Основы электромагнитной теории.....	445
7.2.	Моделирование магнитостатического поля постоянного магнита.....	462
7.3.	Электростатический потенциал между цилиндрами.....	467
7.4.	Электрод электрокардиостимулятора.....	481
7.5.	Компьютерное моделирование двигателя постоянного тока независимого возбуждения.....	490
Глава 8.	Компьютерные модели в биологии и медицине.....	499
8.1.	Компьютерное моделирование биофизической модели популяции двух видов.....	499
8.2.	Геометрия эритроцита.....	507
8.3.	Течение крови по капиллярным сосудам.....	517
Глава 9.	Основы регрессионного моделирования физических и технологических систем.....	523
9.1.	Линейный регрессионный анализ двумерных эмпирических данных.....	523
9.2.	Линейная 2D – регрессия в среде SPSS.....	529
9.3.	Множественная линейная регрессия.....	539
9.4.	Факторный анализ многомерных данных в среде SPSS.....	546
Литература.....		560