

УДК 614.87: 519.6

## СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Зуев А. А., к.т.н., доц.

*Таврический государственный агротехнологический университет*

Тел. (0619) 42-04-42

**Аннотация** – в статье рассмотрены аспекты имитационного моделирования и современные программно аппаратные комплексы для решения задач моделирования.

**Ключевые слова** – имитационное моделирование, математическое моделирование, логико-имитационное моделирование.

*Постановка проблемы.* Современный человек живет в мире опасности со стороны природных, антропогенных, технических, экологических, социальных и др. факторов. Статистические данные говорят о все нарастающем негативном воздействии на человека и природную среду опасных и вредных факторов техносферы, свидетельствуют об актуальности проблем, связанных с обеспечением не только безопасности жизни и деятельности человека но и сохранением окружающей среды на современном этапе развития общества.

*Анализ последних исследований* [1,2] показал, что в окружающем нас мире возникли новые условия взаимодействия живой и неживой материи: взаимодействие человека с созданной им техносферой и взаимодействие техносферы с биосферой (рис. 1).

И если в отношении машин и оборудования мы можем себе позволить эксперименты например разбивая автомобили в crash-тестах, то с человеком подобные «вольности» запрещены как законодательно так и из этических соображений. Однако общеизвестно, что легче предупредить болезнь, чем ее лечить.

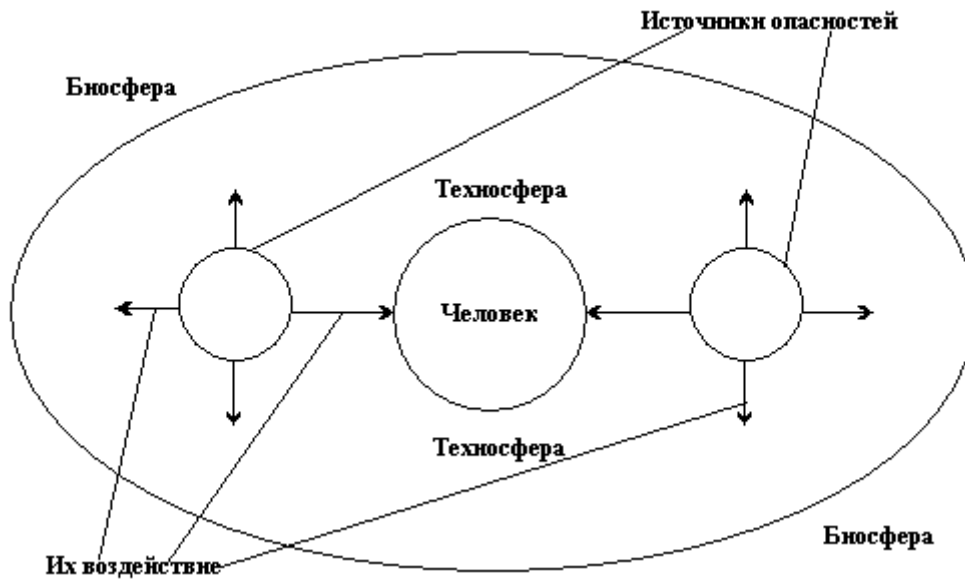


Рис.1. Системы “человек – техносфера” и “техносфера – природная среда”

*Формулирование целей статьи (постановка задания).* Провести обобщение методологических основ имитационного моделирования и проанализировать программно-аппаратные комплексы для решения задач моделирования на практике.

*Основная часть.* Все естественные и общественные науки, использующие математический аппарат, по сути, занимаются математическим моделированием: заменяют объект его математической моделью и затем изучают последнюю. Связь математической модели с реальностью осуществляется с помощью цепочки гипотез, идеализаций и упрощений.

По определению математическая модель — это математическое представление реальности [1].

Существует класс объектов, для которых по различным причинам не разработаны аналитические модели, либо не разработаны методы решения полученной модели. В этом случае аналитическая модель заменяется имитатором или имитационной моделью ведь имитационное моделирование — это частный случай математического моделирования.

Что же такое имитационное моделирование? По определению - имитационное моделирование (ситуационное моделирование) — метод, позволяющий строить модели, описывающие процессы так, как они проходили бы в действительности. Такую модель можно «проиграть» во времени как для одного испытания, так и заданного их множества. При этом результаты будут определяться случайным характером процессов. По этим данным можно получить достаточно

устойчивую статистику. Иначе имитационная модель — логико-математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта.

Чаще всего имитационное моделирование используют в следующих случаях:

1. Если не существует законченной постановки задачи исследования и идет процесс познания объекта моделирования. Имитационная модель служит средством изучения явления.
2. Если аналитические методы имеются, но математические процессы сложны и трудоемки, и имитационное моделирование дает более простой способ решения задачи.
3. Когда кроме оценки влияния параметров (переменных) процесса или системы желательно осуществить наблюдение за поведением компонент (элементов) процесса или системы (ПС) в течение определенного периода.
4. Когда имитационное моделирование оказывается единственным способом исследования сложной системы из-за невозможности наблюдения явлений в реальных условиях (реакции термоядерного синтеза, исследования космического пространства).
5. Когда необходимо контролировать протекание процессов или поведение систем путем замедления или ускорения явлений в ходе имитации.
6. При подготовке специалистов для новой техники, когда на имитационных моделях обеспечивается возможность приобретения навыков в эксплуатации новой техники.
7. Когда изучаются новые ситуации в РПС. В этом случае имитация служит для проверки новых стратегий и правил проведения натуральных экспериментов.
8. Когда особое значение имеет последовательность событий в проектируемых процессах и системах и модель используется для предсказания узких мест в функционировании РПС.

Цель имитационного моделирования состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между её элементами или другими словами — разработке симулятора исследуемой предметной области для проведения различных экспериментов [2].

Основные достоинства имитационного моделирование обеспечили ему широкое распространение:

1. возможность описания поведения компонент (элементов) процессов или систем на высоком уровне детализации;
2. отсутствие ограничений между параметрами имитационной модели и состоянием внешней среды РПС;

3. возможность исследования динамики взаимодействия компонент во времени и пространстве параметров системы.

Однако, наряду с достоинствами данный вид моделирования имеет и недостатки:

1. Разработка хорошей имитационной модели часто обходится дороже создания аналитической модели и требует больших временных затрат.

2. Может оказаться, что имитационная модель неточна (что бывает часто), и мы не в состоянии измерить степень этой неточности.

3. Зачастую исследователи обращаются к имитационному моделированию, не представляя тех трудностей, с которыми они встретятся и совершают при этом ряд ошибок методологического характера.

И тем не менее имитационное моделирование является одним из наиболее широко используемых методов при решении задач синтеза и анализа сложных процессов и систем. К которым, с уверенностью можно отнести современный технологический инжиниринг, где необходимо применение новых технологий исследования, анализа и проектирования средств оснащения и технологических процессов, а также средств синтеза производственных процессов предприятий [3]. Имитационное моделирование в обеспечении безопасности инженерных работ ранее осуществлялось аналоговым или натурным способами, но в последние годы развивается компьютерно - графическая 3D-симуляция (рис. 2) процессов или объектов [4]. Однако хотя инженеры и получили в руки доступный и универсальный инструмент решения многих проектных и исследовательских задач (компьютерные 3D-среды), но при отсутствии научно обоснованных подходов их использования результативность и доверие к конечным выводам резко снижается. Поэтому актуальным является решение проблемы обоснованного применения имитационного моделирования и адекватности формируемых при этом проектов.

Создание имитационной модели требует разработки специального программного обеспечения – системы моделирования – интерфейсной оболочки и ядра, организованного как симулятор исследуемой предметной области. Модель отражает большое число параметров, логику и закономерности поведения моделируемого объекта во времени (**временная динамика**) и в пространстве (**пространственная динамика**) [5].



Рис. 2. 3D-симуляція аварійної ситуації при проїзді перехрестка

Подтверждение качества работы новых продуктов 3D-симуляции является потребностью как разработчиков, так и заказчиков. Доверие заказчиков к получаемым проектным результатам обеспечивает научная экспертиза вновь создаваемых специализированных программных сред симуляции (модельных оболочек) и наработанный опыт внедрения проектных разработок.

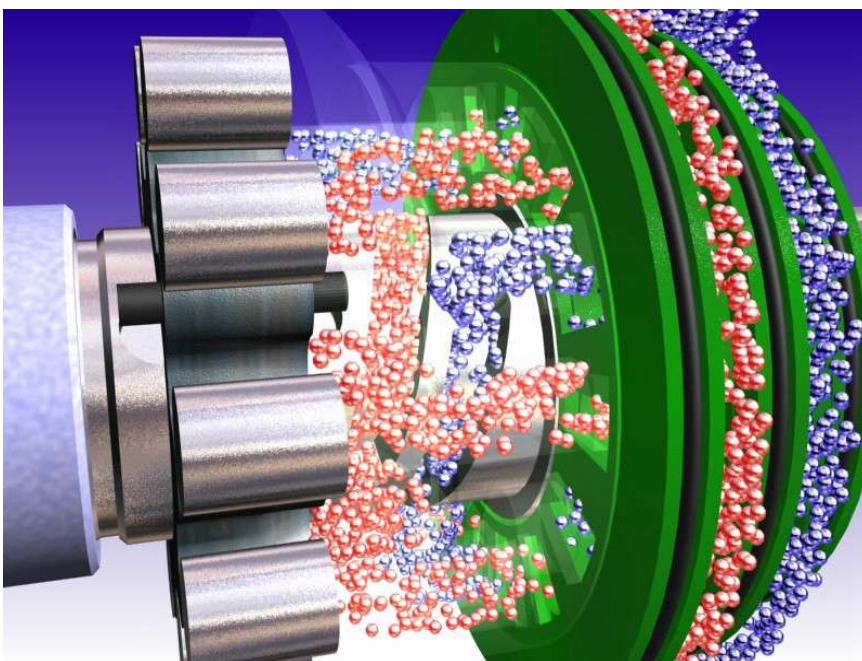


Рис. 3. 3D-моделирование течения жидкости в гидромоторе

Как уже упоминалось, имитационное моделирование позволяет имитировать поведение системы во времени. Причём плюсом является то, что временем в модели можно управлять: замедлять в случае с быстропротекающими процессами и ускорять для моделирования систем с медленной изменчивостью.

Одним из наиболее эффективных инструментов имитационного моделирования является система Arena.

Arena, разработанное компанией Systems Modeling Corporation программное обеспечение для имитационного моделирования, позволяет создавать подвижные компьютерные модели, используя которые можно адекватно представить очень многие реальные системы.

В целом система исключительно проста в использовании. В системе Arena удачно соединены интерфейсные возможности среды Windows и присущая Arena легкость иерархического построения модели и ее последовательного приближения к реальному объекту.

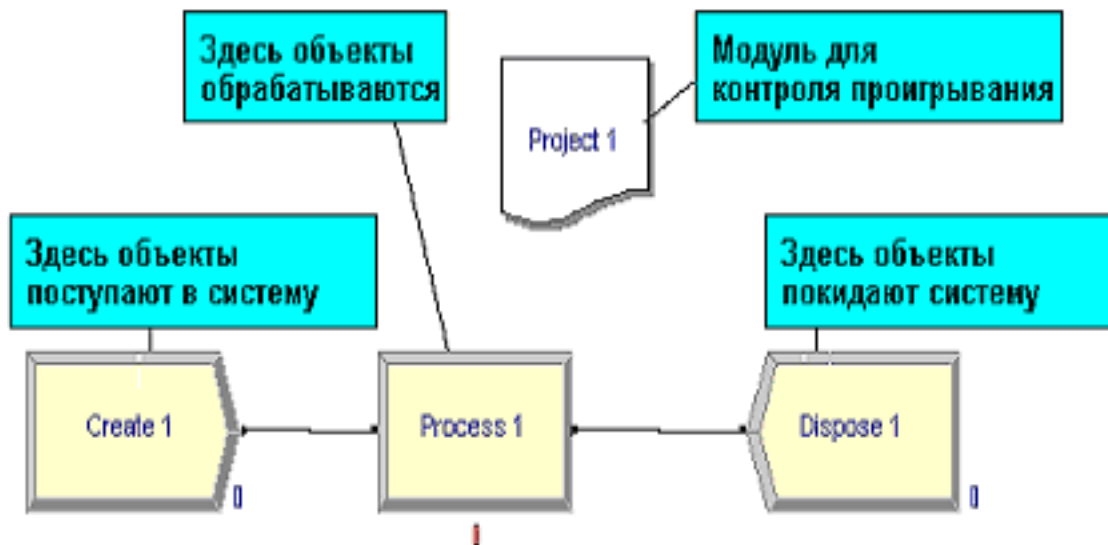


Рис. 4. Простейшая имитационная модель, созданная в Arena

Более мощным по своим параметрам пакетом можно считать Scilab/

Scilab— пакет прикладных математических программ, предоставляющий мощное открытое окружение для инженерных (технических) и научных расчётов. С 1994 года распространяется вместе с исходным кодом через Интернет.

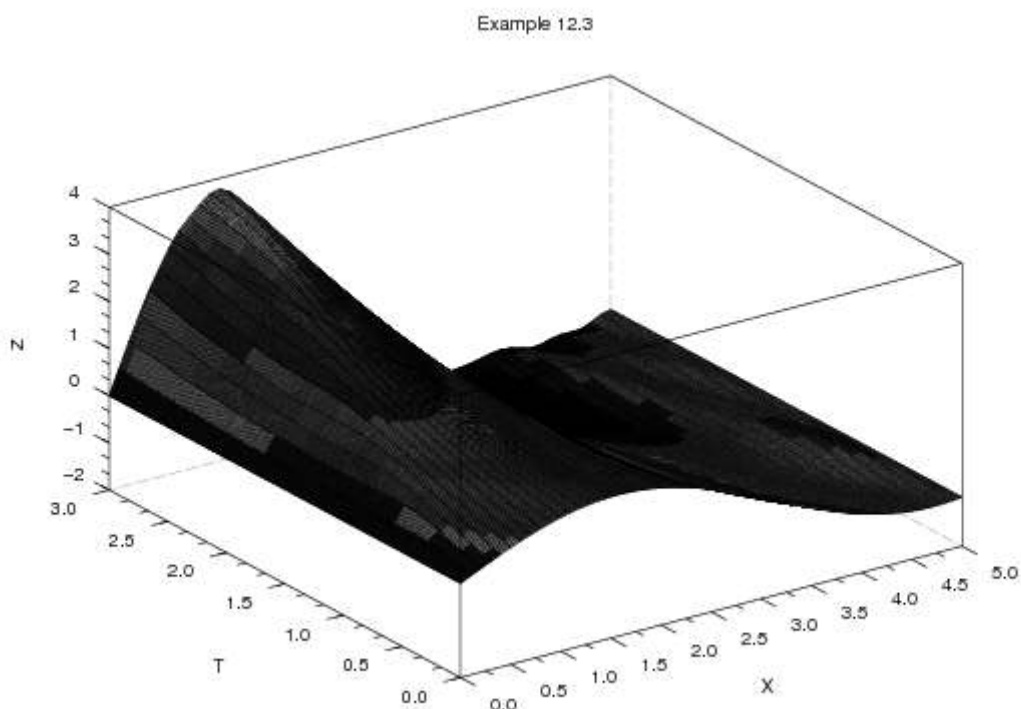


Рис.5. Пример работы программы **Scilab** при решении эллиптических уравнений методом сетки

Scilab содержит сотни математических функций, и есть возможность добавления новых, написанных на различных языках (C, C++, Fortran и т. д.). Также имеются разнообразные структуры данных (списки, полиномы, рациональные функции, линейные системы), интерпретатор и язык высокого уровня. При этом Scilab был спроектирован как открытая система, и пользователи могут добавлять в него свои типы данных и операции путём перегрузки.

Scilab позволяет работать с элементарными и большим числом специальных функций (Бесселя, Неймана, интегральные функции), имеет мощные средства работы с матрицами, полиномами (в том числе и символично), производить численные вычисления (например, численное интегрирование) и решение задач линейной алгебры, оптимизации и симуляции, мощные статистические функции, а также средство для построения и работы с графиками.

Еще одним продуктом имитационного моделирования является – Maxima (рис.6) произошла от системы Macsyma.

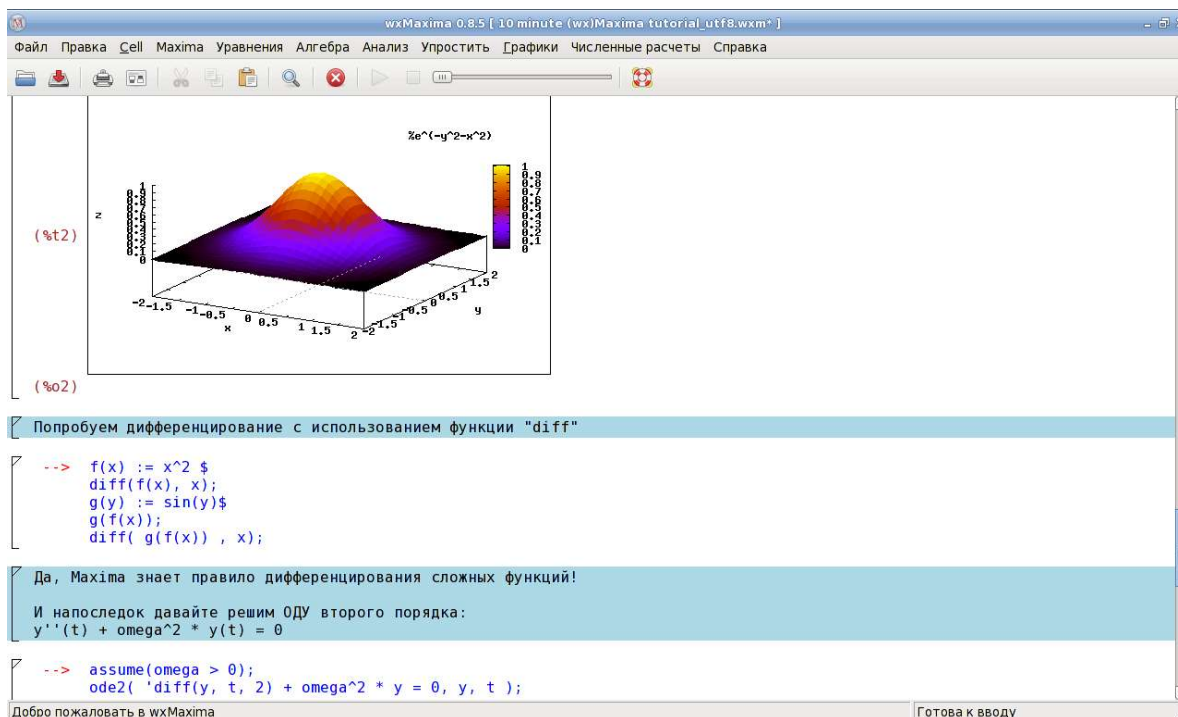


Рис.6. Пример работы программы Maxima

Maxima имеет широчайший набор средств для проведения аналитических вычислений, численных вычислений и построения графиков. По набору возможностей система близка к таким коммерческим системам как Maple и Mathematica. В то же время она обладает высочайшей степенью переносимости: она может работать на всех основных современных операционных системах на компьютерах, начиная от планшетов, вплоть до самых мощных.

*Вывод.* Метод имитационного моделирования позволяет решать задачи высокой сложности, обеспечивает имитацию сложных и многообразных процессов, с большим количеством элементов. Отдельные функциональные зависимости в таких моделях могут описываться громоздкими математическими соотношениями. Поэтому имитационное моделирование эффективно используется в задачах исследования систем со сложной структурой с целью решения конкретных проблем.

Литература:

1. *Советов Б.Я.* Моделирование систем: [учебник для вузов]/Б.Я. Советов, С.А. Яковлев – М.: Высш. шк., 2001. – 343 с.
2. *Муха В.С.* Вычислительные методы и компьютерная алгебра /В.С. Муха – Минск.: БГУИР., 2010. – 148 с.
3. *Шакиров Ф.К.* Организация производства на предприятиях АПК /Ф.К. Шакиров – М.: Колос., 2004. – 223 с.



4. *Селиванов С.Г.* Инноватика: [учебник для вузов]/С.Г. Селиванов, М.Б. Гузаиров, А.А. Кутин – М.: Машиностроение, 2008. – 721 с.
5. *Карпов Ю.Г.* Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование /Ю.Г. Карпов – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.

## **СУЧАСНІ АСПЕКТИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

Зуєв О.О.

***Анотація*** – в статті розглянуті аспекти імітаційного моделювання і сучасні програмно апаратні комплекси для вирішення завдань моделювання.

## **MODERN ASPECTS OF IMITATION DESIGN**

O. Zuev

### ***Summary***

**In the article the aspects of imitation design and modern programmatic vehicle complexes are considered for the decision of design tasks.**