РЕТРОСПЕКТИВА И ПЕРСПЕКТИВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В МИРЕ ЖИВОГО

Головенко В.М.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14, каф. биомедицинских электронных устройств и систем
тел.(057) 702-13-64
E-mail:golovenkovalera@mail.ru

The review of methods of mathematical modeling in the world alive from numbers Фибоначчи up to modern computer complexes allowing to simulate as of separate system, and their interaction in space and time is submitted.

Введение. Моделируют всё и моделируют все!

Классический вопрос – зачем?

Ответ, как всегда - более пространен.

Во-первых – какова цель? Ответ – познание окружающего мира. Следует из философской трактовки формирования познания - «Сначала - **наблюдается поведение** изучаемого объекта или системы объектов; высказывается **гипотеза** о причине, т.е. о совокупности определенных – существенных – свойств объекта и определенных внешних обстоятельствах, воспроизведение которых обеспечивает именно такое поведение объекта. Для проверки гипотезы создают **модель объекта,** т. е. систему, неотличимую от моделируемого объекта в отношении некоторых свойств, почитаемых, «существенными», и отличную от него по другим свойствам – «несущественным». Затем модель помещают в **соответствующую обстановку**, и если поведение модели оказывается таким же, каким было поведение объекта, то это считают доказательством **истинности гипотезы** или, по крайней мере, доводом в ее пользу. Существенное же различие поведения модели и объекта доказывает **ошибочность гипотезы»** [1].

Во-вторых – какими способами? Ответ – от простейшей модели, к сложнейшим системам уравнений; от аналитических методов математики до вычислительного эксперимента на современных ЭВМ.

В третьих – что это дает? Ответ – развитие методов моделирование и создание базы знаний (науки) о мире живого - *«Область знания становится наукой, когда она выражает свои законы в виде математических соотношений»* [2]; развитие методов математики, приближение к математически точному представлению об окружающем мире.

Как развивались методы математического моделирования в мире живого? От ряда Фибоначчи (задача о парном размножении кроликов – Леонардо из Пизы в 13 веке) до задач синергетики — современной науки о процессах развития и самоорганизации сложных систем произвольной природы, и до развития математики с «человеческим лицом». «Если в прошлом описание реальности позволялось гениям (уравнения Ньютона, Эйнштейна, Максвелла), то сегодня это может сделать каждый — моделируя мир сложных систем многообразными эффективными способами» [3].

Сущность. Модели живых систем обладают специфическими свойствами.

Первое свойство – живые системы являются сложными многокомпонентными системами.

При моделировании таких систем возможно два подхода: феноменологический - выделяются определяющие характеристики системы и рассматриваются качественные свойства поведения их во времени, другой подход (на данный момент не имеет четкой классификации) — подробное рассмотрение элементов системы и их взаимодействий, создание имитационной модели и ее анализ.

Второе свойство – живые системы являются размножающимися системами. Эти системы характеризуются такими специфическими свойствами: неоднородные автономные волновые процессы (все виды подобны себе, но при размножении отличны друг от друга); процессы переноса вещества и энергии в процессе взаимодействия; процессы взаимодействия компонент системы носят, как хаотический, так и связанный с направлениями внешних воздействий характер и пр.

Третье свойство – живые системы являются открытыми системами, постоянно пропускающими через себя потоки вещества и энергии.

Четвертое свойство — живые системы имеют сложную многоуровневую систему регуляции, которая выражается в наличии в системах петель обратной связи, как положительной, так и отрицательной со своими специфическими свойствами.

Пятое свойство — живая система на уровне органа, организма является еще и гетерогенной.

Эти все основополагающие свойства необходимо учитывать при создании математических моделей живого.

Биологические системы далеки от термодинамического равновесия, и потому описываются *нелинейными уравнениями.*

В современном естествознании досконально рассмотрены и проанализированы модели, приводящие к одному дифференциальному уравнению, указаны их аналитические методы решения, дискретные аналоги, простейшие аттракторы, исследованы уравнения с запаздыванием и их реальные биофизические аналоги. Также разработаны и исследованы модели, состоящих из двух дифференциальных уравнений первого порядка, представлено качественное моделирование, допускающее исследование с помощью метода фазовой плоскости - совокупности фазовых траекторий, представляющей анализируемый «портрет» системы; анализируется проблема бифуркационных переходов, проблемы устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка. Изучается поведение триггерных систем – систем с двумя устойчивыми стационарными состояниями, их эволюций, параметрических переключений. Анализируется проблема колебаний в биологических системах, предельные циклы и условия их существования. Рассматриваются модели взаимодействия видов.

Особый класс задач составляют дифференциальные уравнения второго порядка в частных производных и их интегральные аналоги, составляющие предмет исследований в математической физике, находящей все большее применение в задачах живой природы, функционировании органов и систем человека, реакций организма во внешних условиях. Именно этими методами успешно решаются проблемы функционирования отдельных органов человека, их аналогов (заменителей) и др.

Вычислительные методы математики (методы конечных элементов) существенно расширили диапазон приложений модельных исследований. Решаются задачи моделирования в системе атомы – молекула – клетка – система клеток – орган. Яркий пример – моделирование цикла электрической активности сердца – от системы клеток до наведенных потенциалов на поверхности биологического объекта [4].

Выводы. Перспективными направлениями, вероятно, следует считать моделирование взаимодействующих систем во всем своем многообразии, модели жизненных процессов - как биологических структур, так и их сообществ, как в пространстве, так и во времени.

Литература. 1. Н.Д. Нюберг. О познавательных возможностях моделирования, В кн. Математическое моделирование жизненных процессов, Изд.–во «Мысль» Москва, 1968, стр. 136–151. 2. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Математические модели биологических продукционных процессов. М., 1993. 301 С. 3.Чернавский Д.С. Синергетика и информация: Динамическая теория информации. 2-е изд. М.: Едиториал УРСС. 2004, 288 С. 4. A computational procedure for modeling electrical activity from heart to body surface. Pullan, A.J.; Bradley, C.P. Engineering in Medicine and Biology Society, 1997. Proceedings of the 19th Annual International Conference of the IEEE