Моделирование – метод научного познания, основанный на изучении реальных объектов посредством изучения моделей этих объектов, т.е. посредством изучения более доступных для исследования и (или) вмешательства объектов-заместителей естественного или искусственного происхождения, обладающих свойствами реальных объектов.

При мысленном (образном) моделировании свойства реального объекта изучаются через мысленно-наглядные представления о нем (с этого варианта моделирования начинается, вероятно, любое первое изучение интересующего объекта).

При физическом (предметном) моделировании модель воспроизводит определенные геометрические, физические, функциональные свойства реального объекта, при этом являясь более доступной или удобной для исследования благодаря отличию от реального объекта в некотором не существенном для данного исследования плане (например, устойчивость небоскреба или моста, в некотором приближении, можно изучать на сильно уменьшенной физической модели – рискованно, дорого и вовсе не обязательно «крушить» реальные объекты).

При знаковом моделировании модель, являющаяся схемой, графиком, математической формулой, воспроизводит поведение определенной интересующей характеристики реального объекта благодаря тому, что существует и известна математическая зависимость этой характеристики от прочих параметров системы (построить приемлемые физические модели изменяющегося земного климата или электрона, излучающего электромагнитную волну при межуровневом переходе – задача безнадежная; да и устойчивость небоскреба, вероятно, неплохо заранее просчитать поточнее).

По степени адекватности модели прототипу их принято подразделять на эвристические (приблизительно соответствующие прототипу по изучаемому поведению в целом, но не позволяющие дать ответ на вопрос, насколько интенсивно должен происходить тот или иной процесс в реальности), качественные (отражающие принципиальные свойства реального объекта и качественно соответствующие ему по характеру поведения) и количественные (достаточно точно соответствующие реальному объекту, так что численные значения исследуемых параметров, являющиеся результатом исследования модели, близки к значениям тех же параметров в реальности).

Свойства любой модели не должны, да и не могут, точно и полностью соответствовать абсолютно всем свойствам соответствующего реального объекта в любых ситуациях. Для изучения устойчивости того же небоскреба, вероятно, в любом случае нет необходимости заботиться о соответствии физической модели реальному объекту по силе светового давления на нее, или по силе ее гравитационного взаимодействия с Солнцем, или об удовлетворительном отражении моделью свойств оригинала в ситуации, когда небоскреб начинают скручивать винтом или кидают в него обломки космической станции. В математических моделях любой дополнительный параметр может привести к существенному усложнению решения соответствующей системы уравнений, к необходимости применения дополнительных допущений, отбрасывания малых членов и т.п., при численном моделировании непропорционально вырастает время обработки задачи компьютером, нарастает ошибка счета. Таким образом, при моделировании является существенным вопрос об оптимальной, для данного конкретного исследования, степени соответствия модели оригиналу по вариантам поведения исследуемой системы, по связям с другими объектами и по внутренним связям исследуемой системы; в зависимости от вопроса, на который хочет ответить исследователь, одна и та же модель одного и того же реального объекта может быть признана адекватной или абсолютно не отражающей реальность.

В силу сложности внутренних и внешних связей любого реального объекта и (или) его модели, возможного наличия на первый взгляд незаметных, но чрезвычайно критичных (в плане реальности результатов исследования) свойств реального объекта и (или) модели, вопрос о выборе модели, действительно адекватной цели исследования и действительно «грубой» по отношению к неизбежным ошибкам и погрешностям исследования, требует большой осторожности.

Можно привести следующий пример, дающий наглядное представление о том, насколько легко превратить исследование в пустую трату времени и ресурсов, если выбрать «не подходящую» для данного исследования (или недостаточно изученную) математическую модель. Пусть некоторый процесс в действительности описывается функцией , однако исследователю известно лишь то, что процесс должен описываться полиномом 20-й степени, и в ходе исследования значение каждого из коэффициентов перед подбирается на основании данных натурных измерений, статистических, расчетных и иных данных. Количество интересующих событий за определенный период предполагается равным количеству действительных корней полинома, а их интенсивность - модулю значения соответствующего корня (в действительности – 20 корней (например, 20 извержений вулкана в год) с интенсивностью 1, 2, … 20). Оказывается, что ошибка на (измерительная, счетная …- любая) при определении коэффициента перед (составляющая порядка от «вполне макроскопического» искомого коэффициента 210.00000000… и порядка от последнего члена полинома 20!) «скроет» от исследователя 10 из 20 искомых событий (извержений), причем «исчезнет» бόльшая часть наиболее сильных извержений интенсивностью 10, 11, … , 19 (корни полинома станут комплéксными с большими мнимыми частями). Можно понять одного из ученых, сказавшего об этом «исчезновении» действительных корней приведенного выше полинома при изменении одного из коэффициентов на столь незначительную величину: «Этот пример поистине ужасает. Ибо если мы увидели одного тигра, то не кишат ли все джунгли тиграми, и кто знает, где притаился следующий?».



Примером одной из моделей, обсуждаемых как минимум в течение более чем двух столетий, является модель демографического взрыва: в конце 18 века Мальтус впервые поднял вопрос о росте численности человечества по экспоненте. Экспоненциальный рост описывается уравнением (где N – численность населения, t – время, λ – удельный прирост населения на одного человека в единицу времени), и обладает свойством удвоения значения функции (в данном случае, численности населения) через каждый фиксированный промежуток времени . То есть, в рамках экспоненциальной модели роста и судя по фактическим данным о населении Земли (1960г. – 3 млрд. чел., 1999г. – 6 млрд. чел.), в 2038 году численность человечества составила бы 12 млрд. чел., в 2077г. – 24 млрд. чел. Однако, описывая динамику роста численности населения уравнением , следует иметь ввиду, что в нем отсутствуют ограничивающие параметры, которые описывают влияние на численность человечества существенно изменяемой самим же человеком окружающей среды. Если Мальтуса беспокоило только несоответствие роста населения росту производства пищи, то в настоящее время возникает множество иных, инициированных исключительно самим человеком, проблем: истощение запасов минерального топлива, уничтожение лесов и рост концентрации углекислоты в атмосфере, уменьшение защищающей человека от ультрафиолета озоносферы, общее загрязнение окружающей среды, ведущее к так называемому «размыванию генофонда» человечества и т.д. В такой ситуации моделирование роста численности населения так называемой логистической кривой , выводящей численность населения на константу при , выглядит весьма оптимистическим прогнозом. У любой саморегулирующейся системы существует порог стабильности, и каков он для земной биосферы, для которой новый, человеческий влияющий фактор стал основным – сказать сложно. Как это весьма наглядно показывает предыдущий пример с «превращением» действительных корней полинома в комплексные, для качественного перехода систем в принципиально иное состояние иногда необходимо весьма небольшое изменение параметров. Остается надеяться, что homo sapiens («человек разумный») достаточно разумен для того, чтобы ограничить свое вредное влияние на свою собственную сферу обитания, и его реальная (действительная) жизнь, благодаря ему же самому, не сменится на жизнь «комплéксную», содержащую большую *i*- (от imaginary - мнимую, нереальную) составляющую.



Список использованной литературы

1. Концепции современного естествознания: Учебное пособие – М.: Высшая школа, 1998
2. Неймарк Ю.И. Математические модели естествознания и техники: Цикл лекций. Выпуск 1. – Н.Новгород: издательство ННГУ, 1994
3. Постон Т., Стюарт И.Н. Теория катастроф и ее приложения – М.: Издательство «Мир», 1980