

## **СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

*М. С. Зиновьева, Н. А. Страхова*

*Астраханский инженерно-строительный институт,  
г. Астрахань (Россия)*

Люди начали пользоваться математическими моделями задолго до осознания математики как независимой и самостоятельной науки – достаточно вспомнить вычисление площадей в Древнем Египте. И. Кеплер, и особенно И. Ньютон, применив математику к задачам по естествознанию и практике, заложили основы современного представления о математических моделях. В дальнейшем развитии науки и техники область применения математических моделей все более расширялась, модели становились разнообразнее [1, с. 5].

За последние годы издано огромное количество статей, монографий, научно-популярных брошюр, пособий по этой теме. К их числу в первую очередь следует отнести работы таких выдающихся отечественных ученых: А. А. Самарского, Н. Н. Моисеева, С. П. Курдюмова, Г. Г. Малинец-

кого и многих других, трудами которых математическое моделирование постепенно превратилось в самостоятельную область знаний [2, с. 6].

В области производства строительных материалов происходит интенсивный процесс усовершенствования технико-экономических условий и решений, способствующих быстрому росту производительности труда и экономии сырья, а также значительно повышается качество конечной продукции, за счет глобальной информатизации производства.

Строительные материалы в большинстве – это композитные многокомпонентные системы, качество которых зависит от значительного количества факторов. Рассмотрим это на примере производства бетонов, качество которых зависит от количества компонентов бетонной смеси: песка, цемента, щебня, воды и модифицирующих добавок, а также технологических параметров: способов дозирования, методов формования, условий твердения и др.

В связи с высокой стоимостью всех требуемых исследований для подбора необходимых параметров строительных материалов, возникает острая необходимость построения теоретических моделей для определения не только осредненных характеристик, но и для описывания локальной структуры процессов, происходящих в таких средах под воздействием различных условий [3, с. 10].

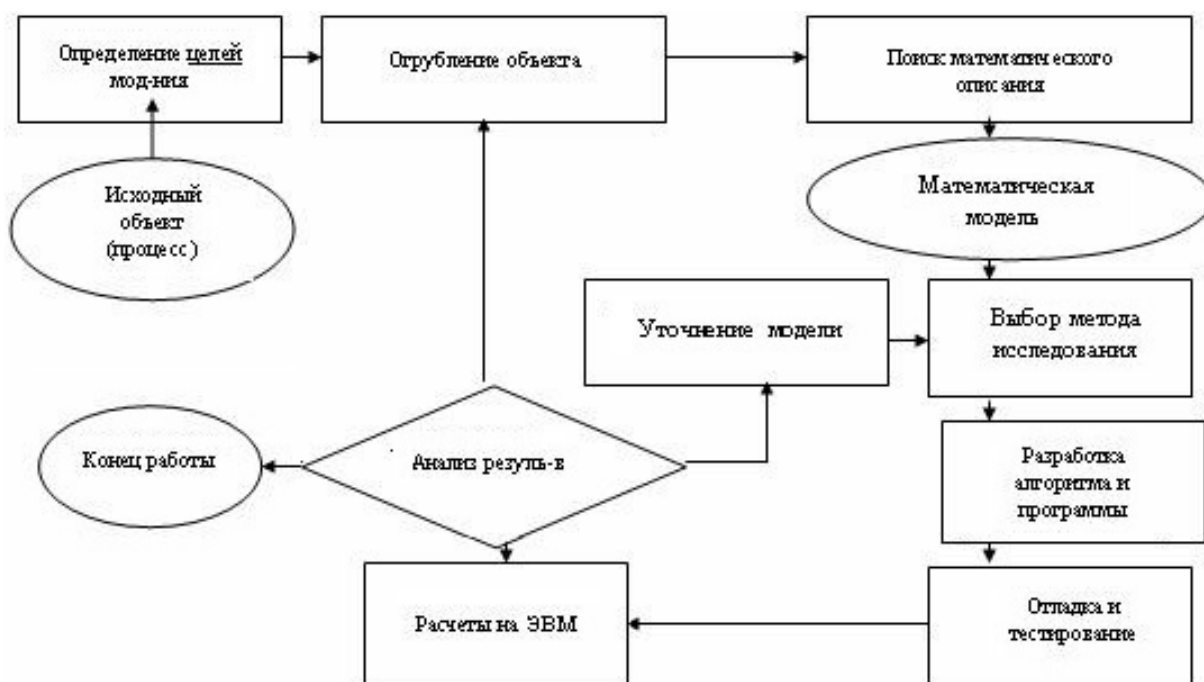


Рис. 1. Этапы компьютерного математического моделирования

На современном этапе развития информационных технологий, охватывающем значительный прогресс среди таких средств, как переработка, передача и хранение информации, проникновения их во все сферы жизни, математическое моделирование вновь переживает очередной виток своего

формирования, «подстраиваясь и вживаясь» в структуру сегодняшнего информационного общества. Если мы взглянем на историю математического моделирования, то убедимся, что именно она предоставляет нам такие способы, становясь, непосредственно тем самым ядром информационных технологий, процесса информатизации общества [4, с. 577].

Основные этапы компьютерного моделирования приведены на рис. 1.

Первый этап: определение основных целей моделирования. Целью работы является практическое получение навыков планирования, проведения эксперимента и построения по его данным максимально точной математической модели, отражающей все изменения свойств композиционного строительного материала в зависимости от рецептурных и технологических факторов его изготовления.

Несмотря на все вышеперечисленное, цели математического моделирования могут быть очень различными:

- модель нужна для того, чтобы понять базовые принципы и свойства объекта: как устроен конкретный объект, какова его структура, основные свойства строительных материалов
- модель нужна для того, чтобы научиться управлять и контролировать объект (или процесс) и определять самые эффективные способы управления при заданных целях и критериях (управление);
- модель нужна для того, чтобы прогнозировать непосредственно прямые и косвенные последствия после реализации всевозможных способов и форм воздействия на объект (прогнозирование). К примеру, при проведении такого процесса как окисление с температурой более 250 °С увеличивается вероятность протекания процессов термического разложения и уплотнения с образованием кокса, что отрицательно сказывается на качестве получаемого битума.

Математическое моделирование в свою очередь позволяет получить очень ясный ответ: собственно сам ответ на поставленный выше вопрос.

Второй этап: определение входных и выходных моделей; разделение входных параметров по степени важности влияния их изменений на выходные. Такой процесс называется ранжированием, другими словами – разделение по рангам.

Третий этап: создание математической модели. Самый сложный этап. На данном этапе осуществляется переход от абстрактной (другими словами «теоретической») формулировки модели к формулировке, которая имеет конкретное математическое представление. Данная математическая модель – это модель из уравнений, системы линейных уравнений, системы неравенств, системы логарифмов, дифференциальные уравнения или системы таких уравнений и пр.

Четвертый этап: выбор дальнейшего метода исследования полученной математической модели. Для данных целей используются такие численные методы, которые удобны и хорошо поддаются программированию.

Как правило, при решении одной и той же задачи существует несколько методов (которые могут быть применены к данной модели) различающихся точностью, устойчивостью и т. д. От верного выбора из широкого списка метода необходимого зачастую зависит успех полностью всего процесса моделирования.

Пятый этап: разработка алгоритма, написание и отладка программы для ЭВМ – трудно исполняемый процесс. Из огромного списка языков программирования многие профессионалы для целей математического моделирования выбирают FORTRAN: в силу традиций и в силу непревзойденной эффективности компиляторов (для точных расчетных работ) и существования написанных на нем огромных, детально приработанных и оптимизированных библиотек стандартных программ математических методов. Не стоит забывать про такие языки программирования, как PASCAL, BASIC, C, – в зависимости от целей, задач и склонностей программиста.

Шестой этап: тестирование программы либо самой модели. Работа программы контролируется и проверяется на стандартной тестовой задаче с заранее определенными ответами. Это всего лишь начало процедуры тестирования, которую невозможно описать должным образом. В свою очередь тестирование заканчивается только тогда, когда пользователь по своим особым профессиональным признакам сочтет программу верной и готовой к выходу.

Седьмой этап: сам вычислительный эксперимент, в ходе которого определяется, будет ли модель соответствовать реальному объекту (процессу). Модель будет считаться адекватной существующему процессу, только если необходимое количество характеристик процесса, полученного на ЭВМ, будет совпадать с экспериментально полученными характеристиками с заданной заранее точностью. В случае расхождения модели и реального процесса мы возвращаемся к одному из предыдущих этапов [4, с. 579].

В целях соблюдения транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог с возможностью управления их конкретными и точными значениями следует иметь необходимые математические модели и унифицированные представления самих объектов управления. С этой целью в широком ряде случаев применены математические модели простых динамических систем, во всю используемых в классической теории автоматического регулирования относительно к широкой номенклатуре всевозможных технических устройств и объектов. К такому ряду моделей относятся:

- регрессионные модели;
- модели на базе интегралов и сумм свертки;
- модели на базе рядов сумм функционалов Вольтерра;
- модели, представленные в виде передаточных функций;
- модели, выполненные в виде конечно-разностных управлений;

- модели на основе одномерных и многомерных обыкновенных дифференциальных уравнений и т. д.

Однако в общем случае использование перечисленных моделей не представляется возможным при разработке моделей управления основными транспортно-эксплуатационными показателями автомобильных дорог. Это объясняется принципиальной невозможностью или повышенной трудностью формализованного описания одновременно всей совокупности основополагающих процессов, происходящих при проектировании, строительстве и содержании автомобильных дорог [5]. В связи с этим вышеперечисленные модели управления динамическими системами могут быть использованы лишь для решения некоторых задач, а также в частных случаях, когда конкретные объекты управления могут достаточно полно описываться формально.

Таким образом, для создания математической модели в производстве строительных материалов и изделий необходимо:

- точно сформулировать тему и предмет исследования, а также выбрать объект исследования и учесть все факторы, способные повлиять на свойства этого объекта;
- определить целесообразность математической модели;
- рассмотреть общие принципы построения и использования математических моделей;
- обдумать планирование и проведение эксперимента;
- построить математическую модель по экспериментальным данным;
- проанализировать объект исследования по полученной модели.

Так как, известны задачи исследования, то значит осталось только приступить к поэтапному выполнению плана построения математической модели, отражающей изменение свойств композиционного строительного материала в зависимости от рецептурных и технологических факторов его изготовления.

#### Список литературы

1. Мышкис, А. Д. Элементы теории математических моделей / А. Д. Мышкис. – М., 2007. – 192 с.
2. Трусов, П. В. Введение в математическое моделирование : учеб. пособие / П. В. Трусов. – М., 2005. – 440 с.
3. Бардзокас, Д. И. Математическое моделирование физических процессов в композиционных материалах периодической структуры / Д. И. Бардзокас, А. И. Зобнин. – М., 2003. – 367 с.
4. Могилев, А. В. Информатика : учеб. пособие для вузов / А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер. – 3-е изд. – М., 2004. – 848 с.
5. Бажанов, А. П. Функционально-параметрическая модель управления основными транспортно-эксплуатационными показателями автомобильной дороги / А. П. Бажанов, Р. А. Еремин // Дороги и мосты : сб. / Росавтодор. – М., 2011.