

БИОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Мазуркин П.М.

*Марийский государственный технический
университет
Йошкар-Ола, Россия*

После эвристического анализа полная идентификация в режиме «исследователь-ПЭВМ», например, в программной среде Curve-Expert-1.3 [2] включает в себя два этапа:

1) **идентификация структурная** (конструктивная), когда спроектированная по концептуальным представлениям исследователя математическая модель подвергается изменениям и корректировке по своей конструкции (поэтапно в ходе моделирования по принципу «от простого к сложному»);

2) **идентификация параметрическая**, то есть привязка элементов и структуры математической (математической с эмпирическими коэффициентами, статистической из устойчивых законов распределения, смешанной формы и пр.) модели к результатам прошлого поведения реального объекта, на основе сравнений выходных результатов исследуемого объекта и модели (ГОСТ 20913-75).

Еще раз напомним, что сама исходная модель может быть сконструирована аналитически, то есть без учета любых эмпирических коэффициентов (что практически реально только для однородных потоков вещества, энергии и сигналов по определенным о них в прошлом потокам информации), по прошлым знаниям. Она может быть выбрана исследователем произвольно для аппроксимации из библиотеки ПЭВМ или же принята по устойчивому закону распределения.

Нами все примеры относятся к третьему случаю (биотехнический закон и цикличность).

Известный кибернетик Н. Винер говорил, если мы требуем от машины (в нашем случае от ПЭВМ) ума, то от самих себя мы должны потребовать еще большего ума [3, с.6]. Инженер, экономист или иной специалист, имеющий навыки научно-технического творчества и знакомый с правилами поиска новых знаний, вполне способен сконструировать модели для их прямой идентификации по производственно-управленческим и иным данным. Однако для этого необходимы некие «кирпичики» и блоки из вполне конкретных элементов, позволяющие оперировать с эвристической информацией о реальном явлении или процессе и отображать их с помощью трендов и других простых по конструкции устойчивых законов распределения. Затем они усложняются по остаткам от простых тенденций.

Ниже приводится классификация элементов и структур математических (статистических) моделей, которая не претендует на полноту. Все понятия были получены на основе обобщения существующей научно-технической литературы

по математическому моделированию с учетом принципа презумпции абстрактной возможности.

Фактор - отличительная особенность (факт) явления или процесса, которой присвоено понятие. По [4, с.54] факторы - это элементы, причины, воздействующие на один или ряд показателей.

Первичный фактор - приметная отличительная особенность, которую нельзя в конкретных условиях системы и среды ее функционирования выразить через другие, более элементарные факторы, то есть в условиях исследования практически выразить данный **факт** (понятие по [5, с.563]) через другие факты.

Косвенный фактор - экзогенный фактор, отображающий особенности внешних независимых по отношению к данной схеме «система-среда функционирования» свойств, которые косвенно влияют на первичные факторы. Например, влияние солнечной радиации на производительность труда рабочих, особенно в сельском и лесном хозяйствах, выражаются через природно-климатические факторы.

Производный фактор - искусственно созданное свойство, которое выражается через первичные факторы. Например, себестоимость, энергозатраты, удельная работа и т.д.

При построении моделей целесообразно производные факторы выражать через первичные, что позволяет упростить их конструкцию. Модель с учетом только производных факторов может иметь чрезвычайно сложную функциональную структуру (хотя будет иметь по конструкции простой вид), трудно объяснимую причинно-следственную связь. Такой прием в конструировании моделей аналогичен упрощению математических уравнений путем сокращения одинаковых символов.

В общем случае число факторов, учитываемых при построении моделей путем их приписания понятиям, включенным в **эвритим (алгоритм в интуитивном смысле)**, равно сумме первичных, косвенных и производных факторов. Все они, по возможности, должны быть выражены через первичные факторы.

Переменная - фактор, учитываемый в конкретной готовой математической модели и отражающий как причинные, так и следственные особенности исследуемого объекта. Переменные обозначаются знаками [5, с.380].

Многомерная переменная - переменная, которая сама описывается множеством соподчиненных переменных. В этом случае презумпция возможности допускает иерархическую структуру образования переменных.

Константа (постоянная) - знак отношений (+, -, x, / и т.п.) между переменными в математической модели [5, с.381, с.401].

Параметр - переменная, которая приближается в ходе идентификации к постоянному (устойчивому) значению, то есть в процессе иденти-

фикации параметр - это регулируемая, управляемая, оптимизируемая переменная (параметр математической модели).

Параметр объекта - управляемый и изменяемый переменный фактор объекта исследования.

Параметр модели - объект параметрической идентификации, относительно которого выходной результат модели приближается к выходному результату объекта исследования. При прекращении процесса идентификации параметр превращается в регрессионный коэффициент.

Коэффициент регрессии (регрессионный коэффициент) - конечное числовое значение параметра модели, полученное в процессе параметрической идентификации.

Эмпирический коэффициент - коэффициент связи, регрессии, полученный чисто интуитивным (умозрительным, умозаключительным) путем. Эмпирический коэффициент - это граница между знанием и незнанием сущности изучаемого явления или процесса.

Граничная константа - знак, ограничивающий действие знаков отношений, и как правило, это различные скобки, знаки перехода и знаки логических высказываний.

Оперативная константа (символ) - символ процесса, который должен быть выполнен над математическими конструкциями, т.е. отдельными логическими обособленными частями математической модели (знаки +, -, x, /, exp, log, sin и др.). Такое выделение из класса констант двух подклассов - граничных и оперативных констант - позволяет переходить к конструированию вначале отдельных математических конструктов (модулей), а затем аналитических и смешанных моделей.

Из принципа презумпции абстрактной возможности вытекает понятие установившимся функциональных связей [1] между переменными константами, которые могут быть обобщены знаками исчисления отношений типа \cup , \cap и др. Иначе говоря, если считать элементы и структуры математической модели за «вещи», отображающие категории «вещи - свойства - отношения» реального объекта, то из реальных отношений вполне установившимся математические отношения.

Объясняющая переменная - переменная, которая объясняет причинные связи в явлении или процессе (относится к экзогенным факторам).

Показатель - оценочная переменная, которая характеризует следствие, т.е. оценивает выходной результат функционирования эргатической (то есть объекта исследования с включением человека) системы.

Отсюда следует, что общее число переменных в модели равно сумме параметров модели, объясняющих переменных и показателей. Исследователь превращает некоторые переменные в параметры только вследствие недостаточности априорных и апостериорных знаний. Поэтому параметры модели, соответственно коэффициен-

ты и эмпирические коэффициенты, имеют реальный прямой и косвенный содержательный смысл. Каждое число в математической модели - это не просто «число» как счетная единица, а число со смыслом как «вещь в себе».

Целевой показатель - оценочная переменная, полученная на основе программно-целевых исследований целей и прогнозных сценариев будущих состояний эргатической системы.

Плановый показатель - оценочная переменная, по которой для эргатической системы устанавливаются плановые задания.

Директивный показатель - оценочная переменная, значение которой контролируется вышестоящими по иерархии эргатическими системами.

Оптимальной является ситуация, когда целевые, плановые и директивные показатели совпадают по номенклатуре и значениям на одинаковый период упреждения. В реальных условиях эти множества взаимно пересекаются.

Собственный показатель - оценочная переменная, используемая для описания поведения только данной конкретной эргатической системы. Для множества однородных эргатических систем общее множество составляет путем объединения (дизъюнкции) конкретных множеств собственных показателей.

Собственные показатели характеризуют, как правило, внутреннее функционирование системы и, как правило, не относятся к директивным и плановым показателям (частично относятся к целевым показателям).

Значение переменной - количественное или качественное выражение отличительной характеристики.

Если в качестве переменной выступают функциональные свойства, то в качестве их значений выступают отношения с другими свойствами, вещами и отношениями, а также их мерами (количество). Свойства, вещи и отношения выражаются через понятия, в совокупности образующие отраслевой или внеотраслевой терминологический фон. Например, марки машин типа АН-24, ГАЗ-63, ТУ-154А являются конкретными символами-понятиями, которые могут стать значениями некоторой переменной в некоторой математической функции, отображающей функциональную структуру системы машин (однородных по технологическим, транспортным или другим общим функциям). В модели используются соотношения функциональных свойств реальных объектов с их мерами.

Критерий - мерило для определения достоверности [29, с.234]. Любая оценочная переменная может быть принята как мерило для определения достоверности решения конкретной части задачи. Критерий может быть функционалом, некоторым образом объединяющим совокупность показателей. Понятие «универсальный критерий» такая же абстракция, как «идеальный газ», «абсо-

лютно твердое тело» и др. Поэтому критерий понимается как обобщенный показатель.

Производительность труда считается одним из важнейших критериев. В современных условиях экономического развития этот критерий очень важен. Например, для США начала XXI века определен следующий важнейший критерий [15, с.28]: «Единственным, наиболее важным фактором развития американской экономики в будущем будет производительность. Именно производительность труда в большей степени, чем какой-либо другой фактор, определяет уровень жизни всей нации и является в долгосрочной перспективе наилучшим показателем эффективности хозяйственного комплекса. История показывает, что лидер в области производительности в конце концов становится экономическим, военным и политическим лидером в мире».

В русле движения к цели (биотехническому равновесию) и при обобщенном критерии достижения этого равновесия (устойчивое развитие) показатели производительности труда персонала и продуктивности природного объекта, например леса (с производительностью значимого, чем человека как вида) начинают входить в антагонистические конфликты.

Критерий функционирования - обобщенный показатель, отражающий целостные свойства эргатической системы и ее функционирования. Такими критериями являются: стабильность, устойчивость, активность, интенсивность, целенаправленность, организованность, надежность, мощность, инертность, дискретность и др.

Критерий идентификации - обобщенный показатель или показатель, принятый для оценки модели, как гомоморфного по отношению к эргатической системе объекта.

Критерий оптимальности - показатель, обобщенный показатель или критерий функционирования эргатической системы, принятые как эндогенные переменные в математической модели, т.е. как выходной результат.

Критерий верификации (качества) - оценочная переменная, характеризующая сходимость выходных результатов модели с выходными результатами объекта. Показателями в процессе верификации модели служат статистические переменные. Критерии оптимальности и верификации в совокупности образуют критерии идентификации.

При формировании конструктов, которые мы будем называть иногда частными функциями, важное значение имеет выявление связей между переменными. Эти связи образуют графы связей, методика разработки которых приведена в [6, 7]. Основы построения причинных графов описаны в учебном пособии проф. А.В. Лотова [8], а доступно о графах - в пособии [9]. Принцип редукции конструкции математической модели является характерное свойство, высказанное Г.И. Марчуком [10, с.9]: «Всякая редукция задач математиче-

ской физики или техники в конечном итоге обычно сводится к алгебраическим уравнениям той или иной структуры. Поэтому предмет вычислительной математики, как правило, связан с методами сведения задач к системам алгебраических уравнений и их последующему решению».

Заключение

Задача эмпирической индукции заключается в том, что, имея набор элементов данных, построить гипотезу, которая объясняла бы все эти данные [11, с.37]. Конечно же, для этого необходимы априорные знания и опыт конкретных специалистов, которые опубликовали множества содержательных (эвристических) объяснений каким-то множествам конкретных количественных данных в виде табличных моделей.

Итак, мы стремились к обучению читателя методам статистического моделирования непосредственно на большом множестве примеров (более 50 тысяч) из разных отраслей науки, то есть по принципу «делай как я» (иногда это называют индуктивным обучением [11, с.73]). Это - по нашему мнению - единственный путь и стратегия в познание современной математической статистики, статистической экологии, эконометрики (имеется в виду в настоящее время), когда уровень развития этих отраслей науки (в особенности это относится применительно к инженерной экологии, защите окружающей среды, природообустройству и природопользованию) еще недостаточно высок.

Принцип «делай как я» поможет читателю адаптировать процесс статистического моделирования своих личных научно-исследовательских задач по имеющимся табличным моделям к тем или иным примерам из представленного цикла наших статей.

Процесс эвристической идентификации индивидуален и зависит от конкретных особенностей реальной задачи моделирования. Накопление различных примеров статистического моделирования различных данных в перспективе позволит частично формализовать и процесс конструирования математических моделей на основе применения биотехнического закона и других типов устойчивых законов распределения, в частности применительно к суперкомпьютерам петафлопного класса.

Статья опубликована при поддержке гранта 3.2.3/4603 МОН РФ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мазуркин, П.М. Статистическое моделирование. Эвристико-математический подход / П.М. Мазуркин. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. - 100 с.
2. Мазуркин, П.М. Математическое моделирование. Идентификация однофакторных статистических закономерностей: Учеб. пособие / П.М. Мазуркин, А.С. Филонов. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. - 326 с.

3. Винер, Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине / Н. Винер. - 2-е изд. - М.: Наука, 1983. - 344 с.

4. Шеремет, А.Д. Анализ экономики промышленного производства / А.Д. Шеремет., А.В. Протопопов.. - М.: Высшая школа, 1984. - 352 с.

5. Кондаков, Н.И. Логический словарь / Н.И. Кондаков. - М.: Наука. 1971. - 656 с.

6. Елисеева, И.И. Логика прикладного статистического анализа / И.И. Елисеева, В.О. Рукавишников. - М.: Финансы и статистика, 1982. - 192 с.

7. Ерина, А.М. Математико-статистические методы изучения экономической эффективности производства / А.М. Ерина. - М.: Финансы и статистика, 1983. - 191 с.

8. Ивахненко, А.Г. Принятие решения на основе самоорганизации / А.Г. Ивахненко., Ю.П. Зайченко, В.Д. Димитров. - М.: Советское радио, 1976. - 280 с.

9. Лотов, А.В. Введение в экономико-математическое моделирование / А.В. Лотов. - Под ред. академика Н.Н.Моисеева. - М.: Наука, 1984. - 392 с.

10. Марчук, Г.И. Методы вычислительной математики / Г.И. Марчук. - М.: Наука, 1980. - 536 с.

11. Компьютер обретает разум: Пер. с англ. / Под ред. и с предисл. В.Л.Стефанюка. - М.: Мир, 1990. - 240 с.

БИОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАКОН И СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ АДЕКВАТНОСТЬ МОДЕЛИ

Мазуркин П.М.

*Марийский государственный технический
университет*

Йошкар-Ола, Россия

По Б.Ф. Ломову [2, с.60], чем полнее проектировщикам удастся реализовать **принцип активного оператора**, тем выше качество работы системы. Не в меньшей мере значима работа исследователя как активного оператора в процессе статистического моделирования [1]. В связи с этим целесообразно хотя бы вкратце остановиться на адекватности модели при её структурно-параметрических изменениях относительно концептуальной (содержательной, эвристической) исходной модели изучаемого явления или процесса.

Метод - это способ достижения определенного результата в познании или на практике [3, с.149]. Способ определяет некоторый порядок выполнения действий, в нашем случае с исходной статистической выборкой. Поэтому показаны свойства биотехнического закона как инструмента, используемого при работе над «изготовлением» математической модели.

По аналогии с созданием технического объекта исследователю необходимо «изготовить» математическую модель для конкретных условий функционирования, то есть создать и идентифицировать экспериментальный образец исходной модели функционирования природной или эргатической (природно-антропогенной или только антропогенной) системы. По ходу изготовления конструкция модели может видоизменяться (как правило, конструкция модели будет упрощаться) в сходимости по выходным результатам к объекту исследования [1].

После доводки экспериментального образца модели встает задача серийного ее использования, то есть новая параметрическая идентификация: а) к другим условиям функционирования данной системы по данным следующих статистических выборок; б) к другим объектам, однородным к изученному объекту по структуре, действиям и условиям функционирования.

На рис. 1 приведена схема процесса решения задач с использованием ПЭВМ.

По этой схеме некоторый реальный процесс (явление - это есть мгновенный срез процесса) должен быть описан по определенной методике мысленного эксперимента путем последовательного (циклического) изучения и уяснения задачи (в нашем случае задачи получения добротной математической модели). В процессе изучения происходит отображение реального исследуемого процесса на определенные понятия и опыт исследователя [1].

Этот этап является психологически трудным, так как прежде всего здесь значительна **опасность ложной эвристической идентификации** фактов и факторов (переложение свойств объекта в категории факторов) и их взаимодействий. Поэтому необходима многократная повторность (если один исследователь) или применение экспертных методов для многовариантного мысленного отображения исследуемого объекта.

Путем абстрагирования (на следующем этапе), то есть исключения материальной ткани от её сущностного функционально-деятельностного каркаса, создается словесное описание исследуемого объекта. Такое сочинение на заданную тему образует эвристическую модель. Она, как правило, содержит мало количественных данных, но много известных и предполагаемых априори знаний. Однако это сочинение содержит также много двусмысленностей, что характерно для естественного языка, и неясностей (зависит от стиля писателя), а иногда и непонятных выражений (отличия в терминах) и т.п.

Для повышения определенности описания и однозначности терминов необходимо составить **эвроритм**, т.е. алгоритм в интуитивном смысле. В этой модели элементами являются четкие по конструкции словосочетания.