



СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Введение

В теории производства хорошо известно понятие жизненного цикла – определенной последовательности этапов, на которые разбивается весь период существования данного товара, от его проектирования до окончания производства (а иногда и до амортизации последнего выпущенного экземпляра). О жизненном цикле при этом можно говорить, имея в виду как конкретного производителя, так и совокупность всех производителей данного товара - в последнем случае после завершения всего периода жизненного цикла происходит замена данного товара другим, удовлетворяющим сходную потребность, но, возможно, ничего общего не имеющим с предшественником по технологии производства.

Понятие жизненного цикла распространяется и на научные направления. Для них также характерны аналоги традиционных стадий жизненного цикла: первоначальное существование в недрах других направлений или дисциплин; кристаллизация и осмысление ключевых идей новой дисциплины, стадия взлета и энтузиазма, стадия стабилизации и устойчивого развития и, наконец, стадия стагнации. На последней стадии многим исследователям кажется, что все заслуживающее внимания и подающиеся решению проблемы уже проработаны а новые принципиальные идеи отсутствуют. Контуры направления начинают размываться, количество энтузиастов-пассионариев резко снижается, а достигнутые результаты стремятся поглотить другие, смежные в том или ином смысле направления или дисциплины.

Именно такая ситуация, как представляется, сложилась сейчас как в теории систем, так и в экономико-математическом моделировании.

По нашему мнению, развитие экономико-математического моделирования должно быть в настоящее время переведено на качественно новый этап жизненного цикла, характеризующийся особым вниманием к методологии моделирования, расширения и изучения инструментальных средств моделирования, полноте использования в моделях доступной информации об объекте.

В разные периоды отношение к методологии экономико-математических исследований у специалистов было различным. Многим сейчас кажется, что наступило время, когда главное - только использовать уже найденное и разработанное ранее. На самом деле такое представление существенно обедняет исследования. В развитии экономико-математического моделирования наступает иной этап. И возобновление ранее начатых методологических научных исследований, и развитие новых должно стать одной из основных задач инструментального направления экономической науки.

В связи с этим следует обратить внимание на потенциал теории систем и системного анализа. Ситуация в этой дисциплине в значительной мере напоминает ситуацию в моделировании. Между тем мощный источник развития кроется в синтезе и взаимном использовании достижений этих двух направлений.

В данной работе, выполненной при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 99-06-80034, мы предлагаем фрагмент такого синтеза, концентрируя внимание на моделировании микроэкономических объектов – предприятий. В статье на базе предложенных в [3] концептов формулируются и анализируются инструментальные определения понятия системы и других базисных понятий системного анализа. Показывается, что описание объекта моделирования как системы является необходимым этапом разработки его модели. Предлагается структура стандартизованного описания экономико-математической модели реального объекта, основанная на системном описании этого объекта.

1. Системы и системное моделирование: основные понятия

В данной части работы мы не пытаемся внести кардинальную новацию в давнюю и весьма острую дискуссию об определении понятия "система" (см., напр., [4]). Каждое из предлагавшихся к рассмотрению определений было достаточно содержательным, и если и не охватывало все реальные случаи употребления в научном или житейском смысле этого понятия, то тем не менее было весьма плодотворным для понимания системных свойств явлений. Задача данной предварительной части работы более утилитарна. Хотелось бы дать такое определение системы, которое было непротиворечивым внутренне, не содержало явных противоречий с общепринятым словоупотреблением и выполняло бы рабочие функции для целей настоящей статьи.

В основу определения системы закладывается два базисных понятия. Первое из них – понятие системообразующего пространства. Под *системосодержащим пространством* будем понимать некоторую достаточно

насыщенную и обширную сферу явлений и/или предметов (*предметный универсум или предметную область*), для которой имеются принципиальные возможности идентификации (указания, достаточного для понимания собеседниками) ее частей. К числу системосодержащих пространств относится, прежде всего, геометрическое пространство, т.е. обычный четырехмерный пространственно-временной континуум, содержащий материальные предметы, допускающие (с той или иной точностью) идентификацию с помощью указания их местоположения в пространстве и времени. Для того, чтобы идентифицировать достаточно стабильный объект в данном пространстве, часто достаточно указать его границы, местоположение и время, в течение которого он его занимает. Предметным универсумом может быть и более локальное пространство, например, Гражданский кодекс РФ. Идентификация в этом пространстве производится путем указания позиции во внутренней системе координат (наименование закона, статьи, пункта, подпункта и т.п.). Если взглянуть глубже, то этот тип системосодержащего пространства не является кардинально отличным от первого, поскольку его первоисточником, эталоном, служит материальный объект (содержащийся в первой публикации текст ГК), и идентификация фактически производится по местоположению в этой публикации. Даже если эталоном является электронная версия, то ее носителем также служит то или иное материальное (запоминающее) устройство, что сводит ситуацию к предыдущей.

Второй наиболее распространенный тип системосодержащего пространства - целевое или функциональное пространство, образуемое не самими предметами или явлениями, а их функциями (под функцией данного предмета понимается систематически реализуемый способ его взаимодействия с другими объектами системосодержащего пространства или средой в этом пространстве) (*функциональный универсум*). Задание объектов в рамках этого пространства ведется обычно не с помощью ответа на вопрос: "что это?" и "в какой период это рассматривается?", как в случае геометрического системосодержащего пространства, а с помощью ответа на вопрос "для чего это предназначено или используется?" Это функциональное описание по сути может рассматриваться как двойственное по отношению к предметному, поскольку речь идет о представлении предмета через его функции, т.е. местоположению в функциональном, а не геометрическом пространстве. Здесь уместно привести грамматическую аналогию, вспомнив соотношение между подлежащим, соответствующим предметному подходу, и сказуемым, отвечающим функциональному описанию.

В рамках предметного и функционального универсальных пространств существует огромное число различных разновидностей, включающих разного рода знаковые, образные, мысленно представляемые и другие пространства, производных от двух приведенных базовых.

Вторым базисным элементом нашего подхода к определению системы является понятие системообразующего признака. Под *системообразующим признаком* понимается способ задания части того или иного системосодержащего пространства. В соответствии с дихотомической классификацией системосодержащих пространств системообразующие признаки могут быть разделены на пространственные (имеется в виду геометрический пространственно-временной континуум) и функциональные, в зависимости от того, к какому пространству они относятся.

Под *системой* в дальнейшем будем понимать относительно устойчивую часть геометрического или функционального пространства, выделяемую исследователем (наблюдателем) при помощи одного или нескольких системообразующих признаков.

Здесь необходимо несколько замечаний.

Первое. Как мы видим, понятие системы имеет значительную субъективную компоненту. Этот субъективизм проявляется в нескольких направлениях. Во-первых, наблюдатель в соответствии с имеющимися у него целями, представлениями, образами сам определяет границы геометрического, функционального или производного от них пространства, задающие систему. При этом в рамках этих границ может оказаться нечто, функционально находящееся за пределами исследования. Например, если выделяемой системой является движущийся мимо наблюдателя автомобиль, то содержимое сумочки находящейся в нем пассажирки может не представлять никакого интереса для исследователя и не включаться в состав рассматриваемой им системы. Следует учесть, что границы системы почти всегда задаются неточно, поскольку идентификация каждого элемента границы сама по себе задача, эквивалентная по сложности идентификации всей системы. Во-вторых, между идентификацией и описанием (или заданием) границ системы есть существенное различие. Идентификация системы – это различение ее от всех остальных подобных или допустимых к подобному сличению объектов. Это может быть сделано и без точного описания. Например, путем указания идентификатора (для человека – фамилии, имени, отчества, для организации – юридических атрибутов и т.д. Очевидно, вопрос о том, может ли данное описание выполнять функции идентификатора, в значительной степени субъективен и зависит, например, от эрудиции и знаний индивида. Поскольку выделение производится исследователем и носит, естественно, субъективный характер, субъективным является и восприятие выделяемой части внешнего мира. К примеру, выделяя письменный стол и стул в качестве системы, исследователь не знает точно всех шероховатостей формы поверхности стола, деталей его внутреннего устройства и т.п. В итоге получается, что практически всякая система, даже конкретная, носит в определенной степени абстрактный обобщенный характер и не совпадает тем самым полностью ни с одним объектом реального мира.

Второе. В соответствии с ситуацией, в которой находится наблюдатель (исследователь), его целями, задачами, информированностью в качестве системы может быть выделена *произвольная* часть системосодержащего пространства. Наличие или отсутствие объективных внутренних связей между компонентами (элементами) системы вовсе не является обязательным. "Автомобиль, скрипка и собака Клякса" – название кинофильма составлено из заведомо разнородных объектов, однако ракурс зрения режиссера и сценариста соединяет их в качестве системы.

Третье. Понятие устойчивости системы также носит субъективный характер. Если изменения системы происходят намного более быстрыми темпами, чем их может зафиксировать наблюдатель, и если эти изменения столь существенны, что затрагивают идентификацию системы, то для такого наблюдателя данная часть окружающего мира по сути неуловима, и не подлежит рассмотрению в качестве системы. Ракетный двигатель, испускающий раскаленный газ из сопла с колоссальной скоростью, может

считаться системой, несмотря на активное и неуловимое для наблюдателя взаимодействие его с внешней средой.

Часто, однако, в понятии системы, в выделении ее из окружающего мира присутствует и объективная компонента, состоящая в том, что в систему объединяются элементы, между которыми явно (т.е. для любого наблюдателя) обнаруживается очевидная связь, отсутствующая при какой-либо иной системной группировке элементов. Иными словами, объективное содержание формирования системы состоит в существовании такого ракурса, под которым в систему объединяются элементы, имеющее некоторое явно видимое под этим ракурсом общее качество. Само существование такой "системной" точки зрения на объект, включающая устойчивость системы относительно возможностей наблюдения, говорит об определенном объективном содержании понятия системы.

Приведем некоторые примеры систем и соответствующих им системообразующих признаков, используя словосочетания, в которых слово "система" является общепринятым неотъемлемым элементом, чтобы убедиться в корректности и значимости введенного определения.

1. "Солнечная система". Выделяется по пространственному системообразующему признаку как пространство вокруг Солнца, включающее, кроме него, планеты, их спутники, кометы, метеорное вещество и т.д.

2. "Система кровообращения". Выделяется по функциональному системообразующему признаку как система, реализующая движение крови для снабжения органов человека.

3. "Система уравнений". Конкретная система уравнений выделяется, вопреки распространенному представлению, по пространственному системообразующему признаку (имеется в виду запись системы в виде переменных и функций в определенном месте бумажного носителя, экрана компьютера и т.д.).

4. "Пенсионная система". Выделяется по функциональному системообразующему признаку как совокупность средств и методов формирования источников, назначения и выдачи пенсий гражданам.

Возможно и совмещенное, смешанное задание систем с помощью системообразующих признаков обоих типов, так сказать, пространственно-функциональном задании. Таким образом, например, задается такая система, как конкретное предприятие: здесь необходимо задать предприятие и как зарегистрированное юридическое лицо, и как функциональный объект.

Особое значение в теоретическом и прикладном системном анализе занимает операция структуризации систем. Под *структуризацией* следует понимать представление системы в виде объединения двух типов объектов: множества элементов и множества связей между ними и соотнесение этих множеств друг с другом. Структуризация системы, таким образом, означает переход от одного представления системы к другому. Вместе с тем иногда такое представление является исходным и относится к смешанному пространственно-функциональному заданию системы, поскольку часто элементы задаются с помощью пространственных системообразующих признаков, а связи – с помощью функциональных (или наоборот). Так, определяя организационную структуру предприятия, мы можем указать подразделения – отделы, управления, цеха, производства и т.д. - либо через пространственные признаки, скажем, нахождение цеха в определенном здании,

либо по функциональному признаку, скажем, сборочный цех. Подобным же образом может по-разному задаваться связь между подразделениями: либо в виде указания конкретных каналов для потоков материального, информационного или финансового обмена, либо в форме функциональных элементов, осуществляющих, скажем, связующие функции между двумя или несколькими элементами.

Заметим, что структуризация системы далеко не однозначна и ее членение на элементы и связи может производиться многими и многими конкретными способами. Какой из них наилучший – зависит от ракурса, цели исследования, традиций рассмотрения и т.п. Объективной структуризации системы, даже представленной, скажем, в виде графа – совокупности элементов и связей, не существует. Даже когда некоторая структуризация уже произведена, всегда существует возможность ее "реструктуризации", т.е. адекватного представления в виде иной структуры: новыми элементами считаются связи, а новыми связями – элементы. (В теории графов такой изоморфизм хорошо известен).

Таким образом, одна система порождает множество структур, в то время как далеко не каждое множество структур отражает структуризацию некоторой системы. Отметим также, что связи между элементами вовсе не обязательно должны носить бинарный характер и относиться только к двум элементам: вполне возможны тернарные и, в общем случае, n -арные связи, как симметричные, так и нет. Классический пример: иерархические отношения подчиненности между работниками организации.

Соответственно пространственно-функциональной классификации способов задания систем разделяются и основные задачи прикладного *системного анализа*: для систем, заданных с помощью геометрических пространственных системообразующих признаков, основная задача системного анализа состоит в описании системы в пространстве функций. Наоборот, если система описана в функциональном плане, то задачей становится ее пространственное описание (конструирование или проектирование). Первый тип задач относят к структурному анализу, второй – к функциональному анализу.

Таким образом, предлагаемое определение системы опирается в общем случае не на теоретико-множественное описание совокупности элементов и связей, как это сделано, скажем, в [5, стр. 17], а на целостное и не обязательно изначально структурированное описание ее в том или ином пространстве. Вместе с тем несомненно, что формирование самих системообразующих признаков очень тесно связано со структурными свойствами систем.

2. Системное моделирование

Основной тезис, который хотелось бы выделить и обосновать в данной работе, состоит в том, что современный уровень развития математического моделирования практически не позволяет сколько-нибудь адекватно моделировать реальные объекты. Любой такой объект бесконечно сложен, и даже для его вербального описания, необходимого на предмодельной стадии, требовалось бы, вообще говоря, текст гигантского, практически исключаящего возможность использования, объема. Тем более бессмысленно рассчитывать на

моделирование объекта в виде тех или иных математических конструкций, т.е. элементов некоторого принципиально иного (математического) мира.

Этот тезис может показаться чересчур пессимистическим, если принять во внимание многочисленные примеры успешного моделирования самых разнообразных физических, биологических и экономических объектов и процессов. Вместе с тем если взглянуть более пристально, то окажется, что непосредственными прототипами для этих моделей послужили не конкретные фрагменты реального мира, а их *системные представления*, т.е. результаты описания их в виде систем с помощью тех или иных системообразующих признаков. Эти образования несравнимо проще, чем объекты, и поэтому именно они располагаются между объектом и его моделью (рис. 1).

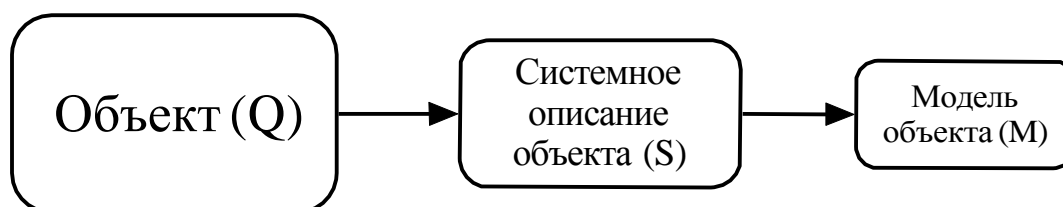


Рис. 1. Соотношение между объектом, его системным описанием и моделью

С помощью схемы, приведенной на рис. 1, можно внести некоторую определенность в часто употребляемое понятие системного моделирования. В каком случае модель того или иного объекта было бы естественно назвать системной?

Как мы видим, связь между объектом и его моделью носит опосредованный характер, поскольку между объектом и его моделью располагается системное описание объекта. При этом "зазор" между объектом и его системным описанием может быть весьма значительным. Например, в системном описании предприятия может быть на самом деле отражен лишь процесс производства продукции, в то время как процессы воспроизводства ресурсов не отражаются, поскольку находятся вне интересов исследователя. Логично считать, что если системное описание объекта S позволяет однозначно восстановить объект Q , то модель M , построенная на базе такого системного описания, можно назвать системной моделью объекта Q .

В более детальном виде состав основных элементов процесса моделирования и связи между ними изображены на рис. 2.

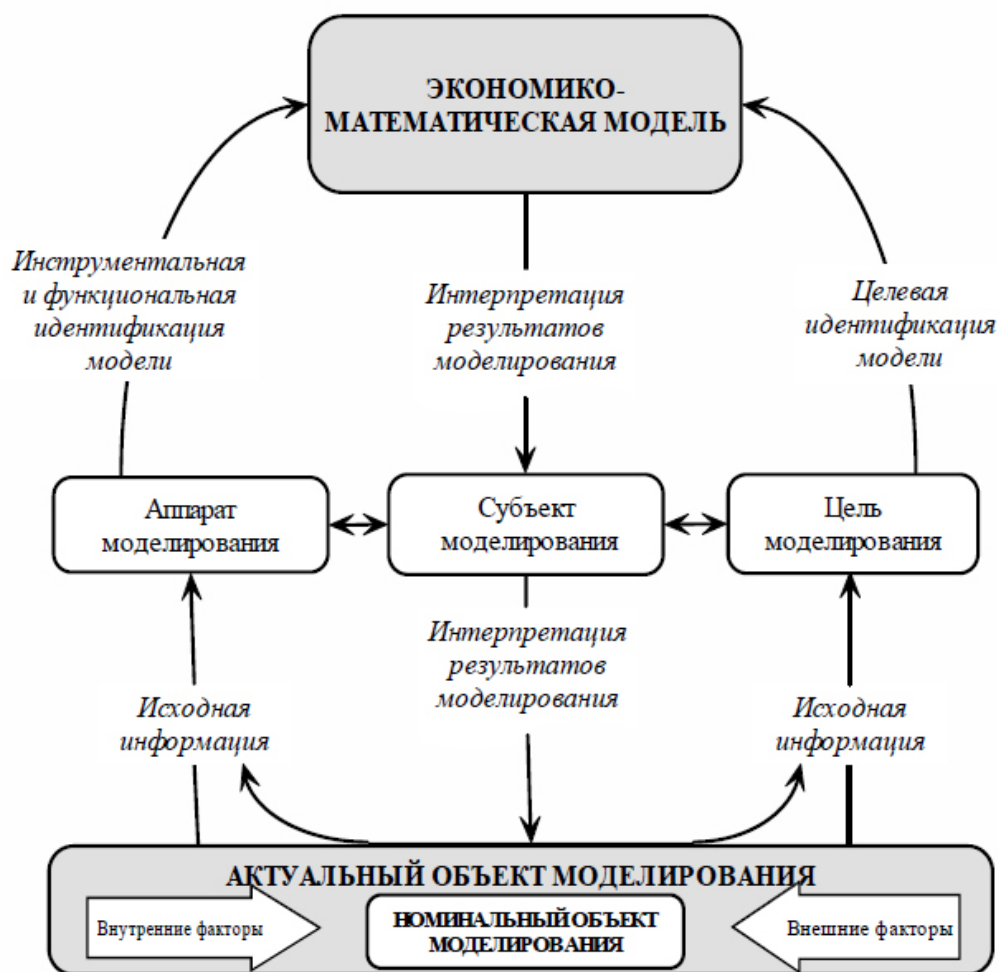


Рис. 2. Схема построения и применения экономико-математической модели конкретного социально-экономического объекта

На рис. 2 представлены три уровня, охватываемых процессом моделирования: объектный уровень, являющийся базовым для моделирования; модельный уровень, на котором располагается сама математическая модель; и промежуточный, средний уровень, где отражены аппарат моделирования, субъект моделирования и цели моделирования. Иногда считается, что, поскольку цели моделирования известны и необходимы лишь для самого исследователя, то их можно было бы не выделять как самостоятельный элемент. По нашему мнению, *целевая сфера моделирования* – не менее сложная и не менее автономно (по отношению к исследователю) существующая субстанция, чем предметная сфера моделирования. Генератором этой сферы является обычно не сам "модельер", а его руководитель, заказчик или иное лицо, а в ряде случаев "задание на моделирование" возникает как результат естественного развития определенной

сферы знаний. Во многих случаях исследование целей моделирования не менее сложно, чем исследование предмета моделирования.

Аппарат моделирования фактически является частью математики и включает в себя совокупность возможных математических конструкций (функций, матриц, многообразий и т.п.), которые могут быть использованы при построении модели объекта, а также математические результаты (теоремы), относящиеся к этим конструкциям. Обычно в конкретных случаях аппарат построения той или иной модели можно отнести к одной из традиционных математических дисциплин (скажем, теории функций нескольких переменных, выпуклого анализа, линейной алгебры, теории матриц, теории игр и т.п.).

Объектный уровень представлен двумя образованиями: номинальным и актуальным объектом моделирования.

Обозначим через Q исходный объект моделирования и назовем его *номинальным*, имея в виду, что он идентифицирован с помощью наименования. Обозначим через K математическую конструкцию, которая используется для построения модели. Предлагаемая в данной статье концепция построения и использования моделей базируется на представлении моделирования в виде следующих четырех основных процессов (стадий).

Во-первых, исходя из целей, наличия исходной информации, инструментальных возможностях субъекта моделирования и других условий построения модели, исходный номинальный объект моделирования Q помещается в некоторый другой объект Ω (названный *актуальным объектом моделирования*, поскольку именно он в реальности служит модельным прототипом), который представляет *систему*, содержащую все компоненты, необходимые для решения поставленной задачи (достижения цели). Во-вторых, в системе Ω выделяются отдельные части (подсистемы, элементы), которые рассматриваются как относительно устойчивые, неделимые и взаимодействующие между собой. В-третьих, в математической конструкции K , используемой для построения модели, также выделяются устойчивые, неделимые и взаимодействующие между собой компоненты, которые соответствуют компонентам системы Ω . Наконец, в четвертых, устанавливается аналогия между типами взаимодействий между элементами системы Ω и элементами системы K .

Иными словами все это означает представление объекта Ω и конструкции K в виде однотипных *реляционных систем*, т.е. множеств с заданными на них отношениями различной арности. (Напомним, что парным отношением R на множестве M называется подмножество декартова произведения $M \times \dots \times M$ n экземпляров множества M).

Может создаться впечатление, что членение объекта Ω на взаимодействующие между собой элементы означает акцентирование внимания на изучении внутренней структуры объекта Q . Это не так. Объект Q может рассматриваться как монолитный, но в этом случае его функционирование должно проявляться во взаимодействии с внешней средой (вход, выход), и номинальный объект моделирования в этом преобразуется в актуальный путем дополнения его необходимой частью внешней (или пограничной) среды.

Погружение номинального объекта Q в актуальный объект Ω (или "достройка" номинального объекта до актуального) неоднозначны. В случае автономного изучения внутренней структуры номинального объекта Q нет необходимости рассматривать внешнюю среду, и границы Q и Ω могут совпадать. Подобным образом неоднозначно и выделение отдельных частей объекта Ω . Обе эти операции зависят от цели моделирования, которая, в свою очередь, определяет ряд *аспектов*, с точки зрения которых рассматривается изучаемый объект. Важно отметить, что каждый из тех аспектов функционирования объекта, которые по замыслу исследователя и в соответствии с его целями должен быть отражен в модели, может порождать свое представление объекта в виде множества взаимодействующих составляющих частей.

Обозначим через α текущий индекс такого аспекта, через A - множество значений α и через D_α - множество элементов (частей), составляющих объект при его рассмотрении в аспекте α . Взаимосвязи частей объекта фиксируются в виде одного или нескольких отношений $R_{k\alpha}$ на множестве D_α . Индекс k , $k = 1, \dots, n$, соответствует типу взаимосвязей, а отношение $R_{k\alpha}$ включает те наборы элементов из D_α , связи между которыми относятся к этому типу. Представление объекта Q в виде совокупности реляционных систем

$$\Omega = \langle D_\alpha, R_{1\alpha}, \dots, R_{n\alpha} \rangle, \alpha \in A,$$

можно охарактеризовать как формальное *системное описание* объекта Q .

Между тремя указанными уровням существуют разнообразные связи, которые можно разделить на две группы: *идентификационные* (обеспечивающие задание тех или иных компонент модели на базе исходной информации) и *интерпретационные* (обеспечивающие определение или уточнение тех или иных характеристик объекта с помощью исследования модели). К числу идентификационных относятся три основных отображения:

отображение *инструментальной идентификации*, определяющее структурные компоненты модели M в зависимости от информации об объекте и целях моделирования;

отображение *функциональной идентификации*, определяющее параметры модели в зависимости от этой же информации;

отображение *целевой идентификации*, определяющее структуру и параметры той части модели, которая используется для получения новой информации об объекте (в зависимости от информации об объекте и целях моделирования).

На рис. 2 стрелки, определяющие движение информации в рамках процесса идентификации модели, направлены снизу вверх.

Интерпретационное отображение направлено в обратную сторону, сверху вниз, т.к. отражает использование модели для получения новой информации об исследуемом объекте.

Структуризация конструкции K , т.е. выделение в ее составе элементов $c \in C$, а также связывающих их отношений $S_{1\alpha}, \dots, S_{n\alpha}$ осуществляется с помощью отображения инструментальной идентификации $\varphi_{инс\alpha}$, так что $S_{k\alpha} = \varphi_{инс\alpha}(R_{k\alpha})$, $k = 1, \dots, n$.

Математическая конструкция K называется *подобной* объекту Ω в смысле данного системного описания, если для каждого аспекта $\alpha \in A$:

- 1) Является однотипной с Ω реляционной системой

$$K = \langle C_\alpha, S_{1\alpha}, \dots, S_{n\alpha} \rangle, \alpha \in A,$$

где $S_{1\alpha}, \dots, S_{n\alpha}$ - отношения на множестве C_α , имеющие те же арности, что и $R_{1\alpha}, \dots, R_{n\alpha}$;

2) существует отображение функциональной идентификации $\varphi_{\text{фун}\alpha}: D_\alpha \rightarrow C_\alpha$, являющееся сильным гомоморфизмом [6] относительно систем отношений $R_{1\alpha}, \dots, R_{n\alpha}$ и $S_{1\alpha}, \dots, S_{n\alpha}$ и принадлежащее заданному классу E_α .

Обратим внимание на появление еще одного источника условности определения подобия - допустимого класса отображений функциональной идентификации E_α . Если допустить к рассмотрению неограниченно широкий класс отображений функциональной идентификации, то, скажем, конструкцию K , состоящую из одного элемента x можно считать подробной любому объекту

Ω . Действительно, пусть $\Omega = \langle D_\alpha, \{R_{k\alpha}\} \rangle, \alpha \in A$, системное описание объекта. Определим $K = \langle C_\alpha, \{S_{k\alpha}\} \rangle$ следующим образом: $C_\alpha = \{c\}$, $S_{k\alpha} = \{c, \dots, c\}$ для любого n , $\varphi_{\text{фун}\alpha}: D_\alpha \rightarrow C_\alpha$ действует по правилу: для любого $d \in D_\alpha$ $\varphi_{\text{фун}\alpha}(d) = c$, $\alpha \in A$. Проверим, что $\varphi_{\text{фун}\alpha}$ является сильным гомоморфизмом: если $(d_1, \dots, d_k) \in R_{k\alpha}$, (мы считаем, что арность отношений $R_{k\alpha}$ и $S_{k\alpha}$ равна k), то $(\varphi_{\text{фун}\alpha}(d_1), \dots, \varphi_{\text{фун}\alpha}(d_k)) = (c, \dots, c) \in S_{k\alpha}$ по определению $S_{k\alpha}$. Легко проверяется и обратное условие.

Этот пример показывает, что подобие математического объекта реальному только тогда имеет ценность, когда идентификационное отображение обладает достаточной "разрешающей способностью", а не "склеивает" все компоненты моделируемой системы.

Таким образом, ответ на вопрос, является ли данная модельная конструкция подобной объекту, зависит, во-первых, от его системного описания, во-вторых, от того, каков класс допустимых методов идентификации.

Наряду с подобием модели и системного описания объекта необходимо обеспечить также возможность получения новой информации об объекте. В достаточно общем случае задача "получения новых знаний об объекте" с помощью модели может быть сформулирована так: для заданных элементов d_1, \dots, d_m из D_α найти такие элементы d_{m+1}, \dots, d_k из D_α , что $(d_1, \dots, d_m, d_{m+1}, \dots, d_k) \in R_{k\alpha}$ (здесь мы для простоты записи предположили, что неизвестные элементы находятся на последних m позициях в наборе d_1, \dots, d_k ; еще одно упрощающее предположение состоит в том, что мы не рассматриваем операций над отношениями $R_{1\alpha}, \dots, R_{n\alpha}$, выполнение которых также может стать источником новой информации об объекте).

Для решения этой задачи с помощью построения модели K используются две процедуры:

1) сначала элементы $d_1, \dots, d_m \in D_\alpha$ объекта Ω с помощью отображения целевой идентификации $\varphi_{\text{цел}}: D_\alpha \rightarrow C_\alpha$ отображаются в некоторые элементы $c_1, \dots, c_m \in C_\alpha$ модели K ; затем определяются элементы $c_{m+1}, \dots, c_k \in C_\alpha$, принадлежащие вместе с находящимися вместе с c_1, \dots, c_m к отношению $S_{k\alpha}$, $(c_1, \dots, c_m, c_{m+1}, \dots, c_k) \in S_{k\alpha}$; наконец, с помощью отображения интерпретации ψ :

Для того, чтобы учесть эти особенности при построении модели, обеспечив ее адекватность как способность отражать наиболее существенные в данном аспекте связи между компонентами системного описания объекта и элементами его модели, необходимо обеспечить максимальную транспарентность и сопоставимость информации о ходе и результатах моделирования как можно большего числа микроэкономических объектов. С этой целью ниже предлагается рекомендуемая структура описания моделей реальных экономических объектов, своеобразный паспорт модели,

Этот паспорт должен включать в себя следующие семь разделов.

1. Описание номинального *объекта моделирования* (или класса объектов).
2. Перечень *аспектов* рассмотрения объекта, т.е. указание тех сторон функционирования объекта, которые призвана отражать модель.
3. Указание *целей и задач*, для решения которых строится модель, вопросов, на которые необходимо дать ответ с ее помощью.
4. Системное описание объекта моделирования, включающее выбор актуального объекта моделирования и представление его в виде реляционной системы; при этом должны быть явно сформулированы экономико-математические *предпосылки*, принимаемые при моделировании для упрощения.
5. Описание *математического аппарата*, используемого при конструировании модели, состав переменных, соотношений и других элементов модели.
6. Способы (отображения) *инструментальной и функциональной идентификации*, использованный при построении модели.
7. Способ (отображение) *интерпретации* элементов модели, границы допустимой интерпретации тех или иных элементов модели.

Целесообразно, чтобы паспорт с подобной структурой разделов (примеры сходного описания моделей типа производственных функций можно найти в [7, 8]) представлялся всякий раз, когда публикуется новая или модифицируется известная модель реального социально-экономического объекта. Указанная структура паспорта модели могла бы лечь в основу *системной классификации экономико-математических моделей*, отличающейся от известных вариантов классификации (см., напр., [9], [10]) систематизацией признаков классификации.

Отметим, что входящие в состав паспорта описания номинальных объектов моделирования, а также формулировки целей и задач должны, в свою очередь, получить системную классификацию. Для классификации объектов можно использовать известные в статистике группировки ЕГРПО и ОКПО. Классификационные признаки, определяющие цели и задачи моделирования, должны учитывать их экономическое содержание, формулировки вопросов, разделение данных на известные и искомые и т.д. Для частного класса задач, возникающих при использовании экономико-математических моделей в

практике управления предприятиями и отраслями такую классификацию можно найти в [11].

Литература

1. Полтерович В.М. Кризис экономической теории. Экономическая наука современной России, 1998, № 1
2. Радыгин А., Архипов С. Собственность, корпоративные конфликты и эффективность. Вопросы экономики, 2000, № 11, с. 125
3. Иоффе Л.Ш., Клейнер Г.Б. Системный анализ и структурное моделирование целенаправленных систем. М.: Информэлектро, 1978
4. Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1969.
5. Денисов А.А., Колесников Д.Н. Теория больших систем управления. Л.: Энергоиздат, 1982
6. Мальцев А.И. Алгебраические системы. М., 1970
7. Клейнер Г.Б. Производственные функции: теория, методы, применение. М.: Финансы и статистика, 1986
8. Клейнер Г.Б. Методология моделирования отраслевых производственных комплексов. Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. М.: ЦЭМИ РАН, 1989
9. Вилкас Й.Э., Майминас Е.З. Решения. Радио и связь, 1981
10. Данилов-Данильян В.И., Завельский М.Г. Система оптимального перспективного планирования народного хозяйства. М.: Наука, 1975
11. Ершов Э.Б., Клейнер Г.Б.. Принципы построения автоматизированной системы отраслевых экономико-математических расчетов. Экономика и математические методы. 1983. Т.19, вып. 3