

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

Титов А.В.

Российский университет транспорта (МИИТ)
a.v.titov@mail.ru

Аннотация. Ставится задача формирования общей базы математического моделирования задач управления качеством систем и процессов сложной природы. Анализируются проблемы, которые возникают при математическом моделировании задач управления объектами большой сложности. На основе использования концепции синтетической квалиметрии и системного подхода намечены пути формирования общей базы формального описания процесса управления качеством сложных объектов и процессов.

Ключевые слова: ситуационный подход, объект управления, формальный язык, модель, синтетическая квалиметрия, математическая структура.

Введение

В сложившихся в настоящее время условиях эффективное решение задач управления процессами в социальной, экономической, техногенной и других сферах и прогнозирования «хода» их развития становится все более актуальной проблемой. Однако, как показывает практика последнего времени, принимаемые решения зачастую приводят лишь к ухудшению и без того не простой ситуации.

Это предъявляет новые требования, как к качеству управления, так и к способами моделирования задач управления и прогнозирования развития сложных систем и процессов.

К объективным трудностям моделирования можно отнести то, что моделируются все более сложные объекты и процессы, информация о которых не полна, расплывчата, а часто и противоречива. Современные средства моделирования не всегда эффективны в таких условиях. Это обстоятельство породило ряд новых инструментов описания объектов моделирования, к которым можно отнести эвристические методы, теорию нечетких множеств, теорию фракталов, теорию экспертных оценок, «мягкое» моделирование.

1 Синтетическая квалиметрия как методологическая основа общего подхода к описанию состояний сложных объектов и процессов.

Подбору (разработке) модели предшествует подбор теории, в терминах которой определяются базовые структуры данных и операции в модели.

Подбор формализации и знание границ применимости модели очень важны при математическом моделировании, т.к. неадекватность модели может привести к серьезным ошибкам в выводах. Здесь полезен логический анализ, позволяющий вскрыть корни недостатков и ограниченности формализации, выяснить неадекватность ситуации и применяемых средств.

При решении задач моделирования важно учитывать, что в зависимости от сложности и природы объекта управления в описании элементов модели оценки может использоваться различный формальный аппарат, т.е. различные формы описания состояний объекта управления и методов оценки этих состояний. Классификация форм описания и используемых при этом формальных языков разрабатывалась А.И.Субетто в рамках синтетической квалиметрии, которая включает как составные части общую и специальные квалиметрии. При этом, специальные квалиметрии порождаются как раскрытие общей квалиметрии относительно методов и формальных моделей оценки, при этом как показано в работах А.И.Субетто, разные виды специальных квалиметрии находятся в органической связи друг с другом и образуют единое целое в рамках синтетической квалиметрии.[1]

В работе [2,3] раскрывается взаимосвязь между различными типами специальных квалиметрий, описываются некоторые характеристики ситуаций в которых проводится оценка качества и рекомендуемые для них типы формального описания в рамках специальных квалиметрий. Определяются языки, на которых эффективна формализация модели при различных видах объектов моделирования.

Среди языков моделирования в специальных квалиметриях выделяют следующие [1,4]:

- Естественный язык.
- Язык предикатов.
- Язык теории множеств
- Язык универсальной алгебры, в частности булевой алгебры.
- Язык теории вероятностей.
- Язык нечетких множеств,
- Язык теории графов.
- Язык функционального анализа.
- Язык теории моделей
- Язык теории структур.
- Категорный язык.

Общим для всех языковых форм формализации состояний объекта управления является то, что при доминирующем в настоящее время подходе это состояние описывается на основе атрибутов или признаков характеризующих описываемый объект. При этом признаку придается статус свойства, которое в логике называют предикатом. Таким образом, язык предикатов или некоторый более общий язык естественным образом оказывается вершиной языковой структуры при формировании теории.

При использовании языка предикатов класс состояний объекта управления, отвечающих этому описанию задается классом $K = \{x | F(x)\}$, где x - объект или ситуация из определенного семейства ситуаций, F - свойство, Запись $F(x)$ означает, что объект x обладает свойством F .

Формулы языка предикатов, имеют эквивалентную теоретико-множественную форму. Например фигура силлогизма:

$A(M,P)$

$A(S,M)$

$A(S,P)$

может быть записана в логической форме как

$\forall x((F(x) \rightarrow G(x)) \wedge (E(x) \rightarrow F(x))) \rightarrow \forall x(E(x) \rightarrow G(x)).$

Эквивалентная теоретико –множественная форма имеет вид:

$((M \subseteq P) \wedge (S \subseteq M)) \rightarrow (S \subseteq P).$

Обобщением может служить запись на языке импликативных решеток:

$(S \Rightarrow M) \wedge (S \Rightarrow M) \leq S \Rightarrow P.$

Исходя из базовой модели оценки, предложенной А.И.Субетто, модель оценки состояния объекта управления можно представить в виде [3]:

$\langle S; f; R; A; M \rangle$, где

S - совокупность свойств, которыми описывается состояние объекта управления; F – семейство операций на множестве свойств; R – семейство отношений на множестве свойств; A – семейство структур оценки свойств; M –семейство мер, которыми измеряется интенсивность свойств.

В настоящее время при использовании ситуационного подхода и формировании ситуационных моделей в задачах управления общепринятой является «атрибутивная» концепция представления ситуации управления, аналогичная «атрибутивной» концепции описания качества в общей квалиметрии [3]. В основе «атрибутивной» концепции лежит представление о том, что ситуация управления описывается совокупностью свойств или факторов (атрибутов) присущих этой ситуации. При этом учитываются лишь «существенные» свойства ситуации управления и не учитываются так называемые акциденции.

При ситуационном подходе объект управления, $G=\{G_1, G_2, \dots, G_n\}$ характеризуется совокупностью признаков G_1, G_2, \dots, G_n , значениями которых определяется состояние объекта управления. Новые свойства могут образовываться как конъюнкция $G=G_1 \wedge G_2 \wedge \dots \wedge G_k$, некоторой совокупности свойств G_1, G_2, \dots, G_k . из исходной совокупности G_1, G_2, \dots, G_n .

Каждое свойство (признак) G_i ($i \in I=\{1, 2, \dots, n\}$) превращается в показатель ситуации управления, с некоторой совокупностью возможных значений этого показателя. Все показатели, совокупностью которых описывается ситуация управления разбиваются на "объективные показатели" и "субъективные показатели" (экспертные). Каждый показатель ситуации управления G_i характеризуется кортежем $\langle G_i, o_i, O_i \rangle$, где o_i - оценка показателя G_i , O_i -шкала или совокупность значений показателя ситуации управления G_i .

При этом класс ситуаций управления, которые эквивалентны ситуации управления описываемой совокупностью свойств G_1, G_2, \dots, G_n , можно определить по схеме свертывания:

$$K=\{x | G_1(x), G_2(x), \dots, G_n(x)\}. \quad (1)$$

При моделировании ситуации управления общего вида часто речь идет не просто о наличии того или иного свойства у объекта управления, а о интенсивности этого свойства, которая в простейшем случае может измеряться мерой со значением в промежутке $[0, 1]$.

Использование алгебраической формализации, позволяет обобщить метод на более широкий класс задач управления.

В настоящее время вопросам формального описания «ситуации управления» уделено недостаточно внимания в научной литературе и практически отсутствует в учебной литературе. Что связано, возможно, с тем, что данный вопрос носит междисциплинарный характер. Описание ситуации управления неизбежно приводит к исследованию вопроса о связи классов этих ситуаций с типами формальных языков, в частности с порядками формальных языков.

Дальнейшее обобщение методов формализации задач управления возможно на основе использования языка теории категорий [5].

Категорный подход основан на том, что нечеткое множество связывается с некоторым топосом (т.е. категорией, обладающей конечными пределом и копределом, классификатором подобъектов и допускающей экспонирование), что позволяет для таких множеств определить теоретико-множественные конструкции.

Заключение

В настоящее время моделирование процессов управления сложными объектами и процессов и прогнозирования их развития сталкивается с трудностями связанными с тем, что признанные классическими методы формального моделирования в условиях наличия факторов нечеткости и неопределенности, неполноты информации об основных факторах, влияющих на динамику развития объекта исследования, динамично изменяющейся внешней среды, зачастую не достаточно эффективны. Методы формального моделирования таких объектов и процессов не систематизированы, их применение не базируется на единой методологии, что снижает эффективность их применения. Поиск новых подходов требует, прежде всего, тщательного анализа причин возникающих при моделировании состояний таких объектов. Не достаточно констатации факта низкой эффективности того или иного метода формального моделирования. Практика моделирования состояний сложных объектов в настоящее время часто нацелено на применение качественных, а не количественных оценок. Технически это осуществляется методами теории нечетких множеств, использующей лингвистические переменные, значения которых носят

качественных характер. Однако эта техника не имеет достаточно надежной базы. Разработка такой базы могла бы осуществляться на основе синтеза концепций синтетической квалиметрии, системного подхода и использования новых математических методов, связанных с использованием и разработкой неклассических вариантов формальной логики и теории категорий.

Литература

1. *А.И.Субетто*. Метаклассификация как наука о механизмах и закономерностях классифицирования . - С-Петербург - Москва.: ИЦ, 1994.- 254
2. *А.И.Субетто, А.В.Титов*. Ситуационный подход к применению методов специальных квалиметрий в системах мониторинга качества образования на различных уровнях. Труды восьмого симпозиума "Квалиметрия человека и образования.-М.: ИЦ, 1999.
3. *Титов А. В., Титов И. А.* К вопросу о научном обеспечении ситуационного подхода в государственном управлении. // Управление развитием крупномасштабных систем VLSD`2009. Материалы международной конференции (1-3 октября 2009). Москва. ИПУ.2009, С. 118-120.
4. *А.В.Титов*. Проблема формирования методологии математического моделирования задач прогнозирования и управления развитием сложных систем. // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Серия: Философия, Культурология, Политология, Социология. Т.1 (67), №2 - Симферополь.: Крымский федеральный университет им В.И.Вернадского, 2015. сс. [ISSN 1606-3715] сс. 181-188
5. *А.В.Титов*. Алгебро-логические методы в формализации задач управления и прогнозирования развитием сложных систем// Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Серия: Философия, Культурология, Политология, Социология. Т.2 (68), №3- Симферополь.: Крымский федеральный университет им В.И.Вернадского, 2016. сс.161-171 [ISSN 1606-3715]