

Введение в Парадигму Триединого Континуума, парадигму для общего системного моделирования.

Науменко А. А.

Предприятие «Триединый Континуум», Ренон, Швейцария

Аннотация

Статья знакомит читателей с Парадигмой Триединого Континуума (ПТК), новой парадигмой для общего системного моделирования, предлагающей логически стройную, функционально завершённую и готовую к применению теоретическую базу для концептуальной организации методологических средств, используемых для системного моделирования в различных предметных областях. ПТК даёт возможность построить новые, либо улучшить уже существующие, понятийные аппараты используемые для моделирования различных предметных областей. Парадигма позволяет обеспечить ряд свойств, являющихся полезными для таких понятийных аппаратов. Среди этих свойств: однозначность интерпретации различных моделируемых предметов, внутренняя непротиворечивость моделей и спецификаций построенных при помощи полученных понятийных аппаратов, адекватность понятийных аппаратов по отношению к своим предметным областям. Завершает статью обзор примеров применения парадигмы.

Ключевые слова: общее системное моделирование, парадигма триединого континуума, теория истины Тарского, теория типов Рассела, теория триединого континуума.

I. Введение

Эта статья даёт возможность получить первоначальные, базовые сведения о Парадигме Триединого Континуума (ПТК) [10], парадигме для общего системного моделирования.

Область общего системного моделирования изучает закономерности характерные для представлений о различных предметных областях и не зависящие при этом от специфики представляемых предметных областей. Таким образом, сама постановка задачи общего системного моделирования разделяет предмет, интересный для того чтобы быть представленным, от представления о нём. В связи с этим разделением определяются две различных области, уместные для рассмотрения в общем системном моделировании: предметная область и область представления (см. рис. 1).

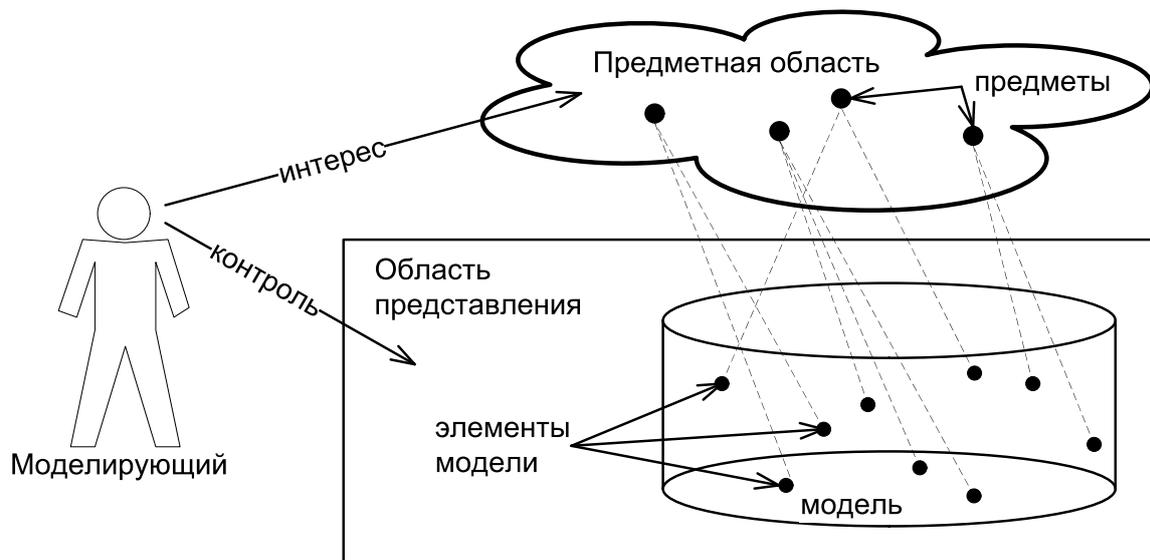


Рис. 1. Разделение предметной области от области представления и отношения к ним моделирующего в общем системном моделировании.

В предметной области находятся:

- предметы, которые интересны для того чтобы быть представленными, или, иначе говоря – интересны для моделирования.

В области представления находятся:

- во-первых, средства представления, то есть понятийные аппараты используемые для конструирования представлений для тех или иных предметных областей;
- во-вторых, непосредственно сами представления предметов принадлежащих той или иной предметной области, или, иначе говоря – конкретные модели предметных областей.

В общем системном моделировании наряду с двумя описанными областями рассматривается также тот кто выполняет моделирование – моделирующий. При этом в общем случае ограничений на сущность моделирующего не накладывается. Например, это может быть человек или группа людей. Существенно то, что моделирующий:

- во-первых, имеет интерес к моделированию какой-либо предметной области;
- во-вторых, имеет полный контроль над результатом своего моделирования интересной ему предметной области.

То есть, определившись с интересной ему предметной областью, моделирующий:

- властен выбирать любой из имеющихся в его распоряжении понятийных аппаратов, для того чтоб промоделировать выбранную предметную область;
- властен применять выбранный понятийный аппарат для получения своих моделей так, как он считает нужным.

Отсюда видна принципиальная разница между предметной областью и областью представления. Разница в том, что область представления во всех случаях целиком контролируется моделирующим, в то время как по поводу контроля моделирующего над предметной областью в общем случае ничего утверждать нельзя. Действительно, моделирующий может, например, иметь частичный контроль над предметной областью, если он участвует в её создании; или в другом случае может вообще не иметь над ней никакого контроля, если он никак повлиять на неё не может.

На определение сущности предметных областей в общем случае никаких ограничений не накладывается. Единственный критерий, определяющий предметную область, - это то, что выбранная область должна быть интересной моделирующему для того чтоб её промоделировать. Таким образом, предметной областью может быть всё, что угодно моделирующему. Это могут быть реально воспринимаемые явления, а могут быть полностью вымышленные сюжеты, существующие только в воображении моделирующего. Важно лишь, что выбранная область интересна моделирующему для представления в виде модели сконструированной при помощи того или иного понятийного аппарата. При этом цель моделирования тоже определяется моделирующим. Например, часто модели конструируются для того, чтоб передать информацию о выбранной предметной области окружающим.

Рассмотренные здесь понятия являются базовыми для общего системного моделирования. Более подробный анализ этих и других понятий, используемых в общем системном моделировании, можно найти в работе [7] (в частности, о роли моделирующего см. [7] стр. 39-42).

II. Постановка задачи

В разделе «Введение» мы рассмотрели ряд базовых понятий, используемых в общем системном моделировании. В частности мы видели, что тот кто выполняет моделирование, моделирующий, имеет полный контроль над областью представления, в которой он конструирует модели для интересующей его предметной области пользуясь удобным ему понятийным аппаратом. Эта ситуация даёт возможность моделирующему свободно выбирать

понятийный аппарат используемый для моделирования и свободно использовать выбранный аппарат для построения моделей. Такая свобода действий даёт возможность для возникновения ряда ситуаций, которые могут быть определены моделирующим как нежелательные.

II.I. Понятийный аппарат не соответствует предметной области.

Первая нежелательная ситуация может произойти при неудачном выборе понятийного аппарата, используемого для моделирования.

Неудачным может считаться выбор, при котором понятийный аппарат не имеет достаточной способности выражения для того чтобы представить выбранную предметную область. Действительно, понятийный аппарат может быть, например, концептуально беден по отношению к выбранной предметной области – это случай когда в аппарате не хватает понятий (концептов) для отображения всего интересного для моделирования в этой предметной области адекватно ожиданиям моделирующего. Модель, построенная в таком случае, окажется неполной по отношению к ожиданиям моделирующего.

Обобщая, можно сказать, что для общего системного моделирования неудачным выбором понятийного аппарата будет случай, когда способность к выражению у понятийного аппарата каким-либо образом не соответствует выразительности предметной области, которую моделируют.

Таким образом, одна из актуальных задач общего системного моделирования – это задача концептуального соответствия между описываемой предметной областью и понятийным аппаратом, используемым для её описания.

II.II. Нежелательные для моделирования качества моделей.

Другая нежелательная ситуация в общем системном моделировании может произойти вне зависимости от удачности или неудачности выбора понятийного аппарата. Связана она с ошибками при моделировании. Действительно, даже самый подходящий для моделирования предметной области понятийный аппарат не может защитить моделирующего от ошибок при его применении.

Ошибками при моделировании можно считать различные решения моделирующего, приводящие в результате к противоречивым или неоднозначным моделям. Заметим, что общее системное моделирование не ограничивает моделирующего в свободе создания ошибочной модели. Моделирующий волен создавать любые модели, не обязательно логически стройные.

Однако, как правило, бóльшую практическую ценность для моделирующего и для его окружения имеют именно логически стройные модели. Происходит это потому, что модели не обладающие логической выверенностью, трудны для интерпретации, как окружающими, так и самим моделирующим [15]. Поэтому такие качества в моделях как внутренняя противоречивость и как неоднозначность интерпретации моделируемых предметов, можно отнести к нежелательным для моделирования качествам.

II.3. Отсутствие теоретических основ для конструирования языков моделирования.

К сожалению, в повседневной жизни, описанные в разделах II.1. и II.2. нежелательные ситуации реализуются довольно часто, даже в случаях наиболее популярных практик системного моделирования, например таких как использование «объединённого языка моделирования» UML [17]. Данный факт был изучен и показан в работах [12] и [14]. Причиной такого положения вещей является отсутствие теоретического базиса, на котором был бы основан дизайн UML. Более того, ни одно из известных автору широко распространённых в наши дни средств моделирования не имеет таких теоретических оснований. Подавляющее большинство используемых в настоящее время языков моделирования, терминологий и понятийных аппаратов появилось как интеграция опыта практической деятельности в соответствующих предметных областях: проб, успехов и ошибок.

Опытный путь конструирования средств моделирования неплох, но зачастую недостаточен. В частности, в случаях моделирования выходящих за рамки уже известного опыта, отсутствие теоретических основ у средств моделирования часто приводит к тому, что пользователи этих средств при построении моделей и системных спецификаций вынуждены руководствоваться только лишь собственной интуицией, а не обоснованными теоретическими доводами. В таких случаях указанные в разделах II.1. и II.2. ошибки встречаются очень часто, что приводит к провалу многих проектов.

В связи с описанной ситуацией была поставлена задача разработки теоретического фундамента, который мог бы предложить недостающие современным средствам моделирования теоретические основания. Решением для этой задачи стала Парадигма Трехединого Континуума [10].

III. Результаты

Парадигма Триединого Континуума (ПТК) была разработана с 2000 по 2002 год [10] и позднее представлена международному научному сообществу на различных конференциях и в ряде публикаций [8, 9, 12, 13, 14].

Кембриджский словарь философии [1] даёт следующее определение термину «парадигма»: «Парадигма, введено Томасом Куном [6], набор научных и метафизических убеждений, составляющих теоретическую структуру, в пределах которой научные теории могут быть протестированы, оценены и при необходимости пересмотрены.»

На практике парадигма обычно определяется для набора наук. В этом контексте парадигма предлагает и обосновывает ряд основных допущений и принципов, на которых любая из данного набора наук может основываться как на теоретическом фундаменте. Тогда различные науки могут строить свои специфические структуры знаний, основываясь на принципах предоставленных парадигмой. В случае если некоторые науки разделяют одну и ту же парадигму, они могут связать и синхронизировать между собой свои специфические структуры знаний. Посредством этого различные науки могут взаимно обогащать друг друга знаниями, полученными с разных, но соответствующих одним и тем же принципам, точек зрения.

ПТК является парадигмой для общего системного моделирования. Таким образом, Парадигма Триединого Континуума предназначена для наук, имеющих различные интересы к системному моделированию своих предметных областей. Как и любая парадигма, ПТК предлагает и обосновывает ряд принципов, предоставляющих упомянутым наукам начальные сведения, необходимые для построения различных структур научного знания; в нашем случае – это принципы необходимые для построения понятийных аппаратов и структур моделирования.

III.1. Три основы Парадигмы Триединого Континуума

Парадигма Триединого Континуума синтезирована из трёх основ, которые выведены из трёх теорий: теории истины Тарского, теории типов Расселла и теории триединого континуума. При использовании ПТК эти основы служат базовыми принципами для конструирования понятийных аппаратов и структур моделирования. В этом разделе мы ознакомимся с возможностями, которые предлагает ПТК благодаря упомянутым трём теоретическим основам. Изложение механизмов технической реализации этих возможностей выходит за рамки данной статьи, с ним можно ознакомиться в следующих работах [8], [10], [13].

Ш.1.1. Применение теории истины Тарского

Первая из упомянутых трёх теорий – теория истины Тарского, была предложена Альфредом Тарским в 1935 году [19]. Для того чтоб сконструировать ПТК, в работе [10] эта теория была применена для случая общего системного моделирования. Это применение позволило сформулировать первую теоретическую основу Парадигмы Трехединого Континуума. При помощи этого теоретического основания ПТК позволяет определить логически последовательную семантику для концептов, принадлежащих различным понятийным аппаратам. Делается это посредством конструирования формального описания отношений между предметами из предметной области, которые интересны для моделирования, с одной стороны, и концептами, которые должны представлять эти предметы в понятийном аппарате, с другой стороны. Эта теоретическая основа ПТК необходима для того, чтобы обеспечить *логическую последовательность* и *однозначность* интерпретаций предметной области, выполняемых при помощи какого-либо использующего ПТК понятийного аппарата.

Логически последовательная семантика концептов для различных понятийных аппаратов, использующих первую основу ПТК, определяется в форме декларативной семантики Тарского. Обоснования важности этой теоретической основы для общего системного моделирования были представлены и проанализированы в деталях в работе [15]. В частности, было показано, что декларативная семантика Тарского:

- формально *достаточна* для определения границ области применения понятийного аппарата;
- формально *достаточна* для однозначности в логической последовательности интерпретаций в рамках представлений (моделей), - здесь имеются ввиду логически последовательные интерпретации как альтернатива логически непоследовательным интерпретациям, семантика Тарского формально достаточна для того чтоб однозначно судить о последовательности или о непоследовательности интерпретаций;
- формально *необходима и достаточна* для однозначности в адекватности представлений (моделей), - т.е. формально необходима и достаточна, для того чтоб однозначно судить: адекватна модель описываемому ей состоянию предметной области или не адекватна.

Таким образом, применение теории Тарского в Парадигме Трехединого Континуума позволяет:

- обеспечить *однозначность*, *адекватность*, и *логическую последовательность* интерпретаций предметных областей для использующих ПТК понятийных аппаратов,

- явно выразить *границы областей применения* таких понятийных аппаратов.

III.I.II. Применение теории типов Рассела

Вторая из упомянутых трёх теорий – теория типов Рассела, была предложена Бертраном Расселом в 1908 году [18]. Так же как и в случае с теорией Тарского, для того чтоб сконструировать ПТК, в работе [10] теория типов Рассела была применена для случая общего системного моделирования.

Это применение определило способ категоризации концептов для какого-либо понятийного аппарата таким образом, что при использовании этого понятийного аппарата концепты будут формировать *внутренне непротиворечивые* структуры утверждений. Обеспечивается это за счёт точного (формализованного) описания контекстов применения для различных групп концептов из понятийного аппарата. В результате в утверждениях внутри моделей концепты образуют иерархические структуры, соответствующие теории типов Рассела и лишённые внутренних противоречий.

Таким образом, вторая теоретическая основа Парадигмы Триединого Континуума необходима для того, чтоб обеспечить непротиворечивость описаний и спецификаций сконструированных при помощи различных понятийных аппаратов и языков моделирования.

Важность этого теоретического основания подтверждается тем фактом, что теория типов Рассела была сформулирована для решения парадокса Рассела [2], «наиболее известного из логических парадоксов или парадоксов теории множеств» [3]. Таким образом, при применении второго теоретического основания ПТК, полученный понятийный аппарат в своих собственных применениях будет производить внутренне непротиворечивые представления (модели). Иначе говоря, если какой-либо язык моделирования использует ПТК, то благодаря второму теоретическому основанию парадигмы, структура метамодели этого языка моделирования обеспечит внутреннюю непротиворечивость моделей, разработанных на этом языке.

III.I.III. Применение теории триединого континуума

Название Парадигмы Триединого Континуума происходит из третьей теории, которая была использована для определения парадигмы, из теории триединого континуума. Эта теория была разработана в 2002 году [10] и позднее представлена в работах [8], [13]. Эта теория позволяет для понятийных аппаратов ввести абстрактные онтологии, являющиеся формально

необходимыми и достаточными для того чтоб представить ту или иную предметную область на самом абстрактном уровне.

Слова «самый абстрактный уровень» в предыдущем предложении относятся к уровню «Основных Концептов Моделирования» в ПТК и соответствуют уровню «утверждений первого порядка» в применении теории типов Рассела для общего системного моделирования. Смысл этого уровня будет виден в конце текущего раздела. Подробное рассмотрение этих технических деталей не входит в рамки данной статьи, с ним можно ознакомиться в работах [8] и [10].

Так же как и в случае с теориями Тарского и Рассела, для того чтоб сконструировать ПТК, в работе [10] теория триединого континуума была применена для случая общего системного моделирования. Это применение является третьей теоретической основой ПТК. Оно позволило ввести и обосновать минимальный набор концептов моделирования формально необходимых и достаточных для того, чтоб представить на самом абстрактном уровне предметную область, соответствующую области общего системного моделирования. Эта теоретическая основа нужна для различных понятийных аппаратов использующихся в системном моделировании для того, чтобы обосновать существование их основных концептов моделирования.

Теория триединого континуума вводит три континуума, которые представляют область интересную для рассмотрения в общем системном моделировании как предметную область в соответствующей ей области представления. Первыми двумя континуумами являются:

- *пространственно-временной континуум*, вводящий в модели пространство и время, пространство и время в которых субъективные пространственно-временные метрики определяются для того чтоб быть использованными в субъективных представлениях;
- *континуум содержимого*, вводящий в модели содержимое пространства-времени, в котором субъективные метрики содержимого определяются для того чтоб быть использованными в субъективных представлениях (например, объекты определяются по отношению к своим окружающим средам).

Эти два континуума определяются по отношению друг к другу как взаимодополняющие в понятийном пространстве, покрываемом областью общего системного моделирования. Другими словами, всё в области общего системного моделирования, что не является пространством-временем, является содержимым; и всё, что не является содержимым, является пространством-временем. Таким образом в область представления общего системного моделирования введено, с одной стороны – пространство-время, и с другой стороны – все, что содержится в этом пространстве-времени.

Как только два континуума определены, они сразу же могут быть рассмотрены один относительно другого, иными словами поставлены во взаимоотношение. Таким образом появляется третий континуум. Третьим континуумом является:

- *информационный континуум*, возникающий из взаимоотношений первых двух континуумов и содержащий соответствующую информацию об этих отношениях (например, информацию об объектах и их окружающих средах отнесённых к пространственно-временным интервалам или к точкам в пространстве-времени).

Из изложенного видно, что введённые три континуума *триедины*: ни один из них не может существовать без двух остальных; либо три континуума существуют все вместе, либо они вообще не существуют. Действительно, как только первый (пространственно-временной) континуум определён, всё остальное в области общего системного моделирования, всё то, что не принадлежит первому континууму, сразу же формирует второй континуум (континуум содержимого); и третий (информационный) континуум сразу же возникает как информация о взаимоотношениях первых двух континуумов (например, как пространственно-временная информация о содержимом).

При помощи определённых таким образом трёх континуумов Парадигма Триединого Континуума позволила показать формальную *необходимость и достаточность* некоторого минимального набора концептов для представления той или иной предметной области на самом абстрактном уровне. Для каждой предметной области может быть введён свой такой минимальный набор концептов. Концепты из этого набора называются в ПТК Основными Концептами Моделирования (ОКМ). Все другие концепты понятийных аппаратов строятся как специализации концептов из ОКМ и называются Спецификационными Концептами (СК). Набор СК в отличие от ОКМ может быть сколь угодно большим, а сами спецификационные концепты могут быть сколь угодно специфичными для того чтобы отобразить всё понятийное богатство предметных областей в соответствующих им областях представления.

Упомянутая в предыдущем параграфе формальная необходимость и достаточность ОКМ и возможность отображать при помощи СК сколь угодно специфичные детали предметных областей решают сформулированную в разделе П.1. задачу концептуального соответствия между описываемой предметной областью и понятийным аппаратом используемым для её описания. Таким образом, при помощи Парадигмы Триединого Континуума можно конструировать понятийные аппараты, которые полностью подходят для отображения любых конкретных предметных областей.

Конкретные метрики, определённые для каждого из трёх континуумов задают конкретные ОКМ, необходимые для отображения конкретной предметной области на самом абстрактном уровне. Пример такой концептуальной организации для объектно-ориентированного моделирования в случае отдельно рассматриваемых пространства и времени показан на рисунке 2.

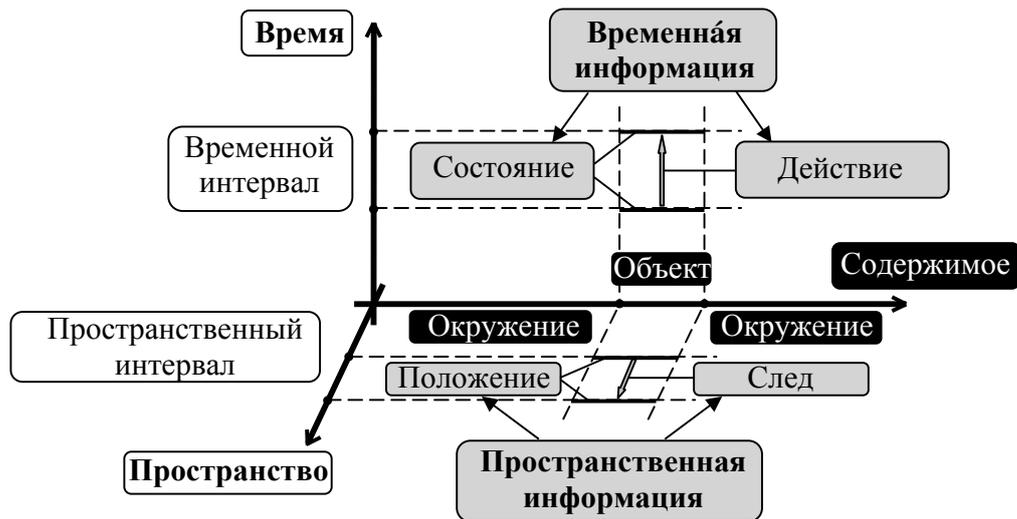


Рис. 2. Пример концептуальной организации «Основных Концептов Моделирования» для объектно-ориентированного моделирования в случае отдельно рассматриваемых пространства и времени.

Из-за недостатка места на рисунке обозначены не все ОКМ этого примера. Далее следует их полный список.

Для пространственно-временного континуума:

- (1) *пространственный интервал*, (2) *пространство вне пространственного интервала*, (3) *точка в пространстве* как граница между первыми двумя пространственными концептами;
- (4) *временной интервал*, (5) *время вне временного интервала*, (6) *точка во времени* как граница между первыми двумя временными концептами.

Для континуума содержимого:

- (7) интервал содержимого, называется *объект*;
- (8) пространство содержимого вне интервала содержимого, называется *окружающая среда* объекта или *окружение* объекта;
- (9) граница между первыми двумя концептами содержимого, называется *интерфейс* между объектом и его окружающей средой.

Для информационного континуума:

- (10) информация о содержимом по отношению к точке во времени, называется *состояние*;
- (11) информация о содержимом по отношению к временному интервалу, называется *действие*;
- (12) информация о содержимом по отношению к точке в пространстве, называется *положение*;
- (13) информация о содержимом по отношению к пространственному интервалу, называется *след*;

Эти 13 концептов являются необходимыми и достаточными для того чтоб представить область интересную для объектно-ориентированного моделирования в случае отдельно рассматриваемых пространства и времени. В более общем случае, при рассмотрении единственной пространственно-временной размерности, будет необходимо и достаточно восьми концептов.

Аналогично приведённому примеру можно построить основные концепты моделирования для любой предметной области.

III. II. Случаи применения Парадигмы Трехединого Континуума

ПТК может быть применена на практике:

- для улучшения существующих в разных предметных областях понятийных аппаратов и структур моделирования;
- для проектировки и создания новых понятийных аппаратов и структур моделирования предназначенных для определённых задач моделирования.

Приведём далее примеры трёх из существующих применений ПТК:

- случай «объединённого языка моделирования» UML;
- случай ISO и ITU стандарта для системного моделирования RM-ODP;
- случай «системной методологии для архитектуры предприятий» SEAM.

Первые два из этих трёх случаев показывают, как ПТК применялась для улучшения уже существующих понятийных аппаратов и структур моделирования. Третий случай иллюстрирует проектировку на основе ПТК нового понятийного аппарата для моделирования архитектуры предприятий.

III.II.I. Применение Парадигмы Трехединого Континуума для UML

Объединённый язык моделирования UML, предлагаемый организацией Object Management Group (OMG), «является языком для специфицирования, визуализации, конструирования и документирования артефактов, принадлежащих системам программного обеспечения, а так же для бизнес-моделирования и других, не относящихся к программному обеспечению, систем» (см. [17] Раздел 1.1). В наши дни UML является одним из самых популярных средств системного моделирования. Поэтому было особенно интересно исследовать UML на совместимость с Парадигмой Трехединого Континуума и применить парадигму для понятийного аппарата UML. Результаты этого исследования были представлены научному сообществу, концентрирующемуся на UML (см. например работы [12], [14]). При помощи ПТК было показано, что в своём состоянии на момент 2002 года метамодель UML имела ряд нежелательных качеств, в частности:

- отсутствовало явно выраженное определение структуры метамодели языка UML;
- не была определена декларативная семантика Тарского для концептов UML;
- отсутствовали теоретические обоснования для способности UML отобразить ту предметную область, для которой он предназначался.

На базе ПТК были разработаны решения для каждой из этих трёх проблем. Полученные решения [12] логически стройны, выражены формально и имеют надёжные теоретические обоснования, что даёт возможность дизайнерам языка UML воспользоваться ими для улучшения состояния UML.

III.II.II. Применение Парадигмы Трехединого Континуума для RM-ODP

RM-ODP [4] является ISO и ITU стандартом для системного моделирования. Результат применения ПТК для случая RM-ODP особенно интересен, потому что это применение позволило получить (см. [10], [13]) целостную и логически последовательную формализацию понятийного аппарата RM-ODP, задавая денотационную семантику для основных концептов моделирования RM-ODP и для спецификационных концептов RM-ODP. Получение такой формализации было официально определено как цель деятельности ISO и ITU в рамках стандартизации RM-ODP [4]. Однако ни сама стандартизация, ни другая деятельность, относящаяся к RM-ODP, этой цели не достигли. И до сих пор формализация на базе ПТК остаётся единственным существующим решением поставленной задачи.

Полученная формализация была выражена в интерпретируемой ЭВМ форме на языке формального описания Alloy [5].

Формализация RM-ODP на базе ПТК является конкретным примером формальной онтологии для общего системного моделирования. Благодаря Парадигме Триединого Континуума, метамодель, соответствующая этой формальной онтологии, внутренне непротиворечива, поддерживает логическую стройность в интерпретации предметной области и определяет формальную семантику для концептов моделирования. Благодаря ЭВМ-интерпретируемой форме выражения формальной онтологии, непротиворечивость и логическая стройность моделей, полученных при её помощи, может быть проверена с помощью компьютерных программ.

Описанные результаты были представлены международному научному сообществу, занимающемуся исследованием RM-ODP ([11], [13], [16]) и вызвали интерес ISO/ITU комитетов, ответственных за стандартизацию RM-ODP. Таким образом, ПТК получила возможность конструктивно повлиять на дальнейшее развитие ISO/ITU стандарта.

III. II. III. Применение Парадигмы Триединого Континуума для SEAM

SEAM является методологией предлагаемой Аланом Вегманом и LAMS-EPFL [20] для моделирования в области «архитектуры предприятий». «Архитектурой предприятий» здесь называют область, рассматривающую интеграцию Информационно-Технологических систем и бизнес систем в контексте предприятий.

Применяя Парадигму Триединого Континуума, удалось спроектировать логически стройный понятийный аппарат соответствующий предметной области интересной для SEAM моделирования. Этот понятийный аппарат был реализован как специализация стандартного понятийного аппарата RM-ODP на случай моделирования архитектуры предприятий. Таким образом, в данном случае применение парадигмы позволило получить формальную онтологию для SEAM. Эти результаты были представлены занимающемуся архитектурой предприятий исследовательскому сообществу [21] и предоставили требуемые теоретические основания для продолжающегося развития методологии SEAM.

IV. Выводы

Статья познакомила читателей с Парадигмой Триединого Континуума [10], парадигмой для общего системного моделирования, с её основными характеристиками и с несколькими из

её применений. Представленная парадигма даёт возможность воспользоваться на практике набором теоретических основ, которые являются существенными для построения логически стройных и непротиворечивых моделей, а так же для построения понятийных аппаратов адекватных своим предметным областям. Упомянутые теоретические основы базируются на трёх теориях: теории истины Тарского (1935) [19], теории типов Рассела (1908) [18] и теории триединого континуума (2002) [10].

- Первая из теоретических основ даёт возможность соблюдать однозначность, адекватность и логическую последовательность в интерпретациях различных предметных областей.
- Вторая из теоретических основ поддерживает логический порядок в организации понятийных аппаратов и внутреннюю непротиворечивость моделей, полученных с помощью этих аппаратов.
- Третья из теоретических основ решает задачу концептуального соответствия между описываемой предметной областью и понятийным аппаратом, используемым для её описания, давая возможность конструировать понятийные аппараты, являющиеся формально необходимыми и достаточными для своих предметных областей.

Таким образом, Парадигма Триединого Континуума является полезным вкладом в исследование области общего системного моделирования. Отсутствие теоретических основ у популярных в настоящее время аппаратов системного моделирования благоприятствует появлению неоднозначной семантики для концептов в понятийных аппаратах, поощряет появление логических противоречий в получаемых моделях и препятствует реализации соответствия между понятийными аппаратами и теми задачами моделирования, на которые эти аппараты ориентированы. Парадигма Триединого Континуума предоставила необходимые для устранения этих проблем средства.

Теоретические основы Парадигмы Триединого Континуума могут быть использованы для конструирования понятийных аппаратов и систем моделирования в различных предметных областях. Особенно полезно использование ПТК в тех областях, где логическая стройность и внутренняя непротиворечивость моделей имеют первостепенное значение. В частности, к таким областям можно отнести инженерные дисциплины, юриспруденцию, экономику, управление финансами и другие экономические дисциплины. Например, в настоящее время, используя описанные теоретические основы, предприятие «Триединый Континуум» работает над проектом по консультированию банков с целью построения архитектуры финансовых сервисов предлагаемых банками своим клиентам.

Через свои практические применения (в частности, три применения, упомянутые в этой статье, - применения для UML, для RM-ODP и для SEAM) Парадигма Триединого Континуума продвигает использование своих фундаментальных теоретических основ в каждодневную практику многочисленных пользователей системного моделирования по всему миру.

Литература

- [1] Audi, R. (general editor). *The Cambridge Dictionary of Philosophy*, second edition; Cambridge University Press 1999.
- [2] Frege, G.: The Russell Paradox, in Frege, G.: “*The Basic Laws of Arithmetic*”, Berkeley, University of California Press, 1964, pp. 127 - 143.
- [3] Irvine, A. D. "Russell's Paradox", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Summer 2003 Edition, E. N. Zalta (ed.).
- [4] ISO and ITU. “Open Distributed Processing - Reference Model”. *ISO/IEC 10746-1, 2, 3, 4 | ITU-T Recommendation X.901, X.902, X.903, X.904*. 1995-98.
- [5] Jackson, D. Alloy: A Lightweight Object Modelling Notation. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*. Volume 11, Issue 2, pp. 256-290, ACM, April 2002.
- [6] Kuhn, T. S. *The Structure of Scientific Revolutions*. 3d edition. 212 p. University of Chicago Press, 1962, 1970, 1996.
- [7] Малюта, А. Н. *Система Деятельности*, Наукова Думка, Киев, 1991.
- [8] Naumenko, A.: “A report on the Triune Continuum Paradigm and on its foundational theory of Triune Continuum”, *PHISE'05, the 1-st International Workshop on Philosophical Foundations of Information Systems Engineering. Proceedings of the CAiSE'05 Workshops*, Vol. 2, pp. 439-450; J. Castro, E. Teniente (Eds.); Porto, Portugal, June 2005.
- [9] Naumenko, A.: “Basics of the Triune Continuum Paradigm”, in: *Encyclopedia of Information Science and Technology*, M. Khosrow-Pour (editor). Idea Group Inc., January 2005.
- [10] Naumenko, A. *Triune Continuum Paradigm: a paradigm for General System Modeling and its applications for UML and RM-ODP*. Ph.D thesis 2581, Swiss Federal Institute of Technology – Lausanne (EPFL), June 2002.
- [11] Naumenko, A. and Wegmann, A. A Formal Foundation of the RM-ODP Conceptual Framework, *Technical report No. DSC/2001/040*, Swiss Federal Institute of Technology – Lausanne (EPFL), July 2001.

- [12] Naumenko, A. and Wegmann, A. “A Metamodel for the Unified Modeling Language”, in *LNCS 2460: Proceedings of UML 2002*. J-M Jézéquel, H. Hussmann, S. Cook (Eds.), pp. 2-17. Dresden, Germany; Springer, September/October 2002.
- [13] Naumenko, A. and Wegmann, A. “Formalization of the RM-ODP foundations based on the Triune Continuum Paradigm”, *Computer Standards & Interfaces*, Volume 29, Issue 1, pp. 39-53, Elsevier B.V., 2007.
- [14] Naumenko, A., Wegmann, A.: “Triune Continuum Paradigm and Problems of UML Semantics”. *Technical report No. IC/2003/44*, EPFL, February 2003.
- [15] Naumenko, A., Wegmann, A. and Atkinson, C. “The Role of Tarski’s Declarative Semantics in the Design of Modeling Languages”, *Technical report No. IC/2003/43*, Swiss Federal Institute of Technology – Lausanne (EPFL), April 2003.
- [16] Naumenko, A., Wegmann, A., Genilloud, G., and Frank W. F. “Proposal for a formal foundation of RM-ODP concepts”. *Proceedings of ICEIS 2001, Workshop On Open Distributed Processing - WOODPECKER`2001*, Setúbal, Portugal, July 2001, pp. 81-97.
- [17] OMG. *Unified Modeling Language Specification*. Version 1.5, March 2003, <http://www.omg.org/uml> .
- [18] Russell, B. “Mathematical logic as based on the theory of types”. *American Journal of Mathematics*, 30, 1908, pp. 222-262.
- [19] Tarski, A. *Logic, Semantics, Meta-mathematics*. Oxford University Press, 1956.
- [20] Wegmann, A. On the Systemic Enterprise Architecture Methodology (SEAM). *Proceedings of ICEIS 2003*, Anger, France, April 2003.
- [21] Wegmann, A., Naumenko, A. Conceptual Modeling of Complex Systems Using an RM-ODP Based Ontology. *Proceedings of the 5th IEEE Conference - EDOC 2001*, Seattle, USA, September 2001, pp. 200-211.