

Юрий Нечитайлов¹

АДАПТИВНЫЕ ДЕСКРИПЦИОННЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ ДОКСТАСТИЧЕСКИЕ ЛОГИКИ ВОПРОСОВ²

Аннотация. Описаны базовые идеи адаптивной логики. Проанализированы трудности применения инструментария адаптации данных в рамках докстастических и эпистемических логик. Сформулирована идея комбинирования аппарата динамических докстастических и адаптивных логик для расширения аппарата дескрипционных логик.

Ключевые слова: эпистемическая семантика, адаптивная логика, дескрипционные логики, обучающиеся системы.

Iurii Nechitailov

ADAPTIVE DESCRIPTION DYNAMIC DOXASTIC LOGICS OF QUESTIONS

Abstract. Basic ideas of adaptive logics are described. Incorporation problems of the data adaptation into the systems of epistemic and doxastic logics are analysed. An idea to combine tools of dynamic doxastic and adaptive logics to extend description logics is proposed.

Keywords: epistemic semantics, adaptive logic, description logics, learning systems.

1. Проблема несовместимости

Один из основных инструментов, рассматриваемых в данной статье, — инструмент адаптации данных — нацелен на решение проблемы обработки несовместимых данных, возникающей в различных прикладных задачах, основанных на практическом применении логических средств. Поэтому для начала уточним, что мы будем иметь в виду, говоря о несовместимых данных, неконсистентности, противоречии и некоторых других «маркерах», указывающих, что что-то пошло не так.

Для начала обратим внимание на два способа задания логического аппарата. Первый связан с общетеоретическими целями, второй — с прикладными.

В первом случае в качестве структурных элементов языка логики выделяются синтаксис и семантика. Синтаксис связывается с некоторой порождающей процедурой вывода одних *правильно построенных формул* языка логики (называемых суждениями, пропозициями, высказываниями, утверждениями, положениями и т. п.) из других, что позволяет задать некоторое частично упорядоченное множество таких формул. Семантика предоставляет инструмент построения моделей и показывает, какие отличительные черты моделей и каким

¹*Нечитайлов Юрий Вячеславович*, кандидат философских наук, доцент кафедры логики Санкт-Петербургского государственного университета.

Iurii Nechitailov, PhD, docent, department of logic, Saint Petersburg State University.

²Работа выполнена при поддержке РГНФ, грант № 15-03-00166.

образом могут быть выражены с помощью формул языка логики. Синтаксис и семантика могут рассматриваться как отдельно друг от друга, так и совместно. Но в любом случае важнейшими отличительными чертами будут оставаться их формальность и абстрактность. Это данность, у которой есть основания, связанные с рядом требований, предъявляемых языку логики, включая такие, как определённость, однозначность и непротиворечивость. И выражения синтаксиса, и модели семантики, лежащие в основе какого-то разрабатываемого логического аппарата, могут мыслиться не только абстрактно, но и в связи с определёнными практическими целями. Однако в любом случае, до тех пор, пока речь идёт лишь о теоретической разработке логического аппарата и теоретическом анализе его свойств, язык логики будет сохранять уровень абстрактности, достаточный для того, чтобы поддерживаемый этим уровнем определённости позволял выполнять терминологически корректный анализ его характеристик. В результате работа с таким изолированным от практики логическим языком не должна приводить ни к каким сюрпризам.

Во втором случае к исходным структурным элементам логического языка, используемого в общетеоретических целях, добавляются практические способы реализации как синтаксиса, так и семантики. Синтаксис языка логики реализуется с помощью различных программных средств, которые имеют массу собственных нюансов. Эти нюансы связаны не только с характеристиками высокоуровневого языка программирования и степенью его адекватности в имитации таких свойств логического языка, как выводимость, разрешимость, компактность и т. п., но и с характером воздействия на его работу извне, которое может проявляться различным образом и зависеть в том числе от особенностей компиляции, свойств операционной системы и аппаратных средств, на которых она развёрнута. Всё это приведёт к тому, что на практике мы окажемся один на один не с абстрактным логическим синтаксисом, безошибочно чеканящим свои шаги, а с чем-то другим, имеющим не вполне определённую степень надёжности и не вполне прозрачную адекватность поведения. В случае семантики ситуация не лучше. Абстрактные логические модели, данные в общетеоретическом контексте раз и навсегда во всей своей полноте, на практике обычно предстают в виде баз данных (или баз знаний), информация в которых накапливается постепенно, иногда переписывается множество раз, получается из разрозненных источников (включая разнородные датчики), зачастую в различных никак не фиксируемых, не описываемых и не учитываемых контекстах, или в ходе не вполне однозначных опросов. В результате конкретная реализация логического аппарата может приводить к неожиданным результатам. Применение логических средств на практике может порой породить ещё больше вопросов вместо того, чтобы помогать с ответами.

Для многих очевидно, что дело здесь не в логических средствах, а в том, где и как их используют. Если на этом успокоиться, то можно уподобиться страусу, спрятавшему голову в песок. На заре своего существования логика, дабы максимизировать степень своей достоверности, стряхнула с себя многие черты, присущие практическому представлению знаний на естественном язы-

ке, включая многозначность, расплывчатость, противоречивость и некоторые виды избыточности. Неудивительно, что свою максимальную достоверность она способна сохранять лишь в рамках абстракций, удовлетворяющих её «идеальности». Как только она возвращается с тем, чтобы помочь упорядочить и проанализировать практические знания, она сталкивается с необходимостью сопоставления идеального мира и практического. Обычно в случае семантики это сводится к подгонке под теоретические модели, например, интерпретации некоторой базы знаний на языке какой-либо теории моделей. Гораздо менее прозрачна ситуация с тем, что делать с синтаксисом. Сопоставить все нюансы практической реализации синтаксиса языка логики и тем более подогнать практику под теорию в данном случае представляется вряд ли возможным. В таком случае все ещё остаётся возможность некоторого манёвра через определённое изменение самого логического синтаксиса. Этот ход, очевидно, отразится и на изменении семантики, что, будем надеяться, позволит повысить выразительные возможности языка, чуть приблизив его черты к тем, что характерны для практических средств представления знаний.

В данной работе мы коснёмся одной из проблем, возникающих благодаря указанным особенностям применения логического инструментария к анализу практических знаний, — появления положений, которые не согласуются с принятыми ранее. На данном этапе мы не будем выделять причины возникновения «нестыкровок». Как правило такие нестыковки формулируются в виде положений, противоречащих друг другу, а ситуации называются парадоксами. В большинстве случаев речь идёт о не очень точном использовании термина «парадокс». Мы здесь не будем останавливаться на этом детально, поскольку эта неточность не влияет на понимание данной статьи. С сутью этого вопроса можно познакомиться в книге Хаскелла Карри (Карри 1969, с. 20–26). Вместо этого обратим внимание на место возникновения противоречия. Выделим три уровня поставщиков положений, которые попарно могут быть согласованы или противоречить друг другу: (1) логический аппарат, (2) некоторую прикладную или научную теорию и (3) практические данные. Противоречия могут возникать между положениями из одного уровня, или между положениями разных уровней. Рассмотрим каждый из случаев в отдельности. Возможность спонтанного (не регулируемого логической теорией) возникновения противоречий в рамках логического аппарата желательно исключить вовсе (скажем, за счёт задания механизма, не допускающего тривиализации теории). Возникновение противоречий между положениями (и следствиями) научной или прикладной теории является либо парадоксом, либо не совсем точным пониманием положений. В первом случае нужно предпринять усилия, чтобы разрешить парадокс, во втором достаточно прояснить положения, которые привели к «нестыковке» (например, как в случае так называемого парадокса Эйнштейна—Подольского—Розена, который связан с неверным пониманием контекста принципа неопределённости Гейзенберга). О возникновении противоречий на уровне практических данных говорить не очень корректно. Правильнее будет говорить о противоречии в представлении таких данных. Причины этого могут быть различного

рода. Вкратце мы о них говорили вначале этого раздела. Прояснение причин нестыковок может занять значительное время. В качестве временного решения уместно изолировать подобные данные, исключив их влияние на какие-либо выводы. Временная изоляция ряда положений может касаться и уровня прикладной или научной теории в качестве временной меры в случае возникновения парадокса. Работа именно с такого рода противоречиями может моделироваться средствами адаптивной логики, о которой пойдёт речь в следующем разделе. Если же в противоречия вступают положения различных уровней, то положения более высокого уровня (с меньшим порядковым номером) должны рассматриваться как более правдоподобные и не подвергаться изоляции, а менее правдоподобные — блокироваться.

В предыдущем параграфе я довольно свободно «жонглировал» термином противоречие. Во многих случаях он понимается довольно широко. Но даже в силлогистике и математической логике он понимается по-разному. Согласно силлогистике, в отношении противоречия находятся общеутвердительные и частноотрицательные суждения, а также общеотрицательные и частноутвердительные. С точки зрения перевода на язык математической логики это означает, что речь идёт лишь о высказываниях, находящихся в особой форме. А именно, что высказывания в форме $\forall x(P(x) \rightarrow S(x))$ противоречат высказываниям в форме $\exists x(P(x) \wedge \neg S(x))$, а высказывания в форме $\forall x(P(x) \rightarrow \neg S(x))$ противоречат $\exists x(P(x) \wedge S(x))$. С точки зрения математической логики, высказывания в форме A противоречат высказываниям в форме $\neg A$, где A — это произвольная правильно построенная формула. Для наших целей определение, принятое в силлогистике, является слишком специфическим, а в математической логике — слишком общим. Вместо этого, мы будем считать высказывания в форме A и $\neg A$ *противоречащими* друг другу, если A — *атомарная* формула. Мы используем термин *противоречие* для того, чтобы маркировать им те положения, которые следует изолировать или одно из которых следует блокировать.

Таким образом, чтобы сформулировать противоречие, мы в ходе логического анализа требуем добраться до атомов. Это нужно, с одной стороны, чтобы не потерять данные, которые могут оказаться полезными. Например, если мы будем учитывать противоречие $(p \wedge \neg p) \wedge q$ и $\neg((p \wedge \neg p) \wedge q)$ для блокировки этой пары формул, мы потеряем не вполне «запятнанное» в некоторых контекстах положение q . С другой стороны, нам это нужно в контексте анализа несовместимых высказываний. *Несовместимыми* мы называем высказывания, классические (сильные) следствия которых могут противоречить друг другу в принятом нами смысле. Поскольку логика предикатов первого порядка в общем случае не разрешима относительно вопроса совместимости высказывания с рекурсивно перечислимым набором других высказываний, это означает, что нельзя построить алгоритм, который для любого произвольного случая мог бы сказать, что данное высказывание является совместимым с рядом других высказываний. В этой связи граничный случай, когда мы рассматриваем атомарные высказывания, гарантированно позволит сформулировать вывод относительно их совместимости или несовместимости.

Термин *неконсистентность* мы будем использовать, как и принято обычно в русскоязычной литературе, по отношению к данным, которые ещё не переведены в форму высказываний. Неконсистентные данные могут являться причиной формулирования несовместимых положений.

2. Адаптивные логики

Идея адаптивных логик (Batens 2010) возникла как один из ответов на вызов, связанный с потребностью применения логического анализа к обработке несовместимых данных, оценка уровня достоверности которых не представляется возможной. В практических приложениях процесс накопления данных может приводить к появлению локальных противоречий. В таком случае применение традиционных средств логического анализа может быть весьма ограниченным. Так, если данные хранятся в единой базе знаний, или же анализатор обращается с данными, как с единым источником, то в случае даже минимального вброса неконсистентной информации все данные, собранные в эту базу, будут сразу же скомпрометированы. Для решения подобного рода проблем Дидерик Батенс предложил системы адаптивной логики, обладающие особым рода динамикой.

Адаптивные логики строятся на базе логики предикатов первого порядка. Однако, поскольку данная система является весьма необычной для логиков, а потому может быть не простой для быстрого восприятия, Батенс часто в пояснениях использует пропозициональный фрагмент. Хотя он отдельно признаёт, что создание подобного механизма для пропозиционального фрагмента не имеет особого прикладного интереса в силу его полной разрешимости, — имеется и позитивный и негативный тест относительно вопроса о выполнимости.

Батенс понимает логику как некий вариант решётки. Строго говоря, речь здесь идёт не о решётке как таковой, а о её некотором синтаксическом аналоге. Логика — это отображение, сопоставляющее каждому множеству посылок множество заключений, т. е. она отображает каждое множество замкнутых формул (все переменные которых связаны кванторами) во множество замкнутых формул. Формально, если \mathcal{W} — множество замкнутых формул, а $\mathcal{P}(\mathcal{W})$ — его булеан (множество всех подмножеств \mathcal{W}), то логика $\mathcal{L} : \mathcal{P}(\mathcal{W}) \mapsto \mathcal{P}(\mathcal{W})$.

Логика, заданная таким образом, отталкивается от логического следования, лежащего в основе упомянутого в предыдущем абзаце отображения, — через задание связи одних синтаксически заданных множеств правильно построенных формул (ППФ) с другими ППФ, а не через перечисление/описание/определение истинных формул. В результате оказывается возможным сказать, что логика определяет множество логических истин, а множество логических истин не определяет логику. Логические истины в результате оказываются побочным продуктом логического следования. Такой подход оправдан, так как мы начали с того, что требуется придумать механизм логического анализа противоречивых данных, оценка уровня достоверности которых не представляется возможной. Также эта деталь является важной, поскольку целостно заданная структура логического следования формирует систему правил логического вывода,

которые в результате не говорят, что имеет место, а что не имеет, а позволяют заключить, что следует, а что не следует из того, что известно. Задавая различные отображения, мы будем получать различные наборы правил и различные логики. С прикладной точки зрения, эти логики могут пониматься как *решатели*, отвечающие на вопрос о логическом следовании. Они для одного и того же набора входных данных (посылок) могут давать разные ответы (заключения). В результате для некоторых наборов данных одни решатели могут давать более интересные результаты, чем другие. К примеру, для множества $\{\neg\neg\neg\neg p, \neg p, p \vee q\}$ решатель, соответствующий классической генценовской логике **НК**, выдаст булеан в качестве ответа, и этот результат будет совершенно неинтересным. В то же время решатель, соответствующий интуиционистской логике **НЈ**, не выдаст никаких противоречий, а среди следствий будет «интересное» q . Следуя данной интуиции, описание в терминах истинности (через перечисление истинных формул) можно понимать в качестве механизма для формирования входных данных.

Адаптивные логики отличает и то, что выбор подходящего решателя осуществляется в зависимости от конкретного набора входных данных. Таким образом, их сила напрямую зависит от того, к каким посылкам они применяются. Это очень серьёзное отличие от логик в смысле Тарского. Логика «настраивается» по допущениям в том смысле, что появление некоторых новых посылок может нарушить выводимость формулы из ряда других посылок. Так, можно задать адаптивную логику, в которой p будет заключением из посылок $\{p \wedge q, r\}$, но не будет заключением из посылок $\{p \wedge (q \wedge \neg q), r\}$. Этому, например, соответствует адаптивная логика, которая для всех несамопротиворечивых формул работает как классическая, а самопротиворечивые формулы изолирует.

2.1. Пограничный класс адаптивных логик

Простейшим пограничным классом адаптивных логик являются *логики-перевертыши* (flip-flop logics). В них из множества посылок Γ выполняются выводы лишь на основании той логики Тарского, которая не даёт тривиальный результат (т. е. не даёт весь булеан в качестве следствия). Таким образом, в зависимости от конкретного множества посылок берётся либо более сильная, либо более слабая система. Важно ослаблять систему только по необходимости, причём ослаблять не для всей базы знаний в целом, а лишь для некоторых подмножеств данных. Из остальных же будут по-прежнему строиться выводы на основании более сильных систем. В результате можно будет получить не столь скудный набор следствий, как в случае применения ко всем наборам посылок правил более слабых систем, и, вместе с тем, избежать его тривиализации, которая возможна в случае тотального применения сильных систем.

В некотором роде адаптивная логика представляет интерпретацию множества посылок. Смысл множества посылок можно связать с тем, что из них следует. Получается, что смысл (или выразительная сила) напрямую соотносится с синтаксисом формального языка. В таком случае благодаря механизму

адаптации *адаптивные логики оказываются более выразительными, чем любые традиционные системы.*

В этом отношении адаптивная логика может быть рассмотрена как комбинация более слабой логики — *логики нижнего предела* (lower limit logic, **LLL**) — и более сильной *логики верхнего предела* (upper limit logic, **ULL**). Помимо этого, может быть задан ряд промежуточных логик. Адаптивная логика подобна ULL (использует соответствующий аппарат), если последняя даёт результат, имеющий смысл (т. е. нетривиальную интерпретацию множества посылок Γ). Если это не так, то адаптивная логика в качестве следствий предлагает множество заключений, получаемое по крайней мере на основе ULL. Если система позволяет переключаться с ULL только на LLL, то перед нами логика-перевёртыш.

3. Идея адаптации данных в эпистемических и доксистических логиках

Вполне естественным является желание использовать идеи адаптации данных в рамках эпистемической или доксистической логики. Однако на этом пути имеются серьёзные затруднения, и они связаны не только с проблемой логического всеведения. Некоторая начальная попытка записи адаптивной логики в рамках модальной системы была предпринята Патриком Алло (Allo 2013). Однако мы будем использовать несколько другой подход.

3.1. Тернарные структуры

В силу сериальности фреймов как в эпистемической, так и в доксистической логиках истинной окажется не только аксиома $\neg\Box\perp$, наличие которой не может не радовать, но и аксиома $\Box\varphi \rightarrow \neg\Box\neg\varphi$, присутствие которой очень сильно огорчает. Одно из направлений в решении такого рода проблемы было предложено ещё Рэем Дженингсом и Питером Скотчем (Ray Jennings, Peter Schotch, 1975). Они предложили использовать вместо бинарного отношения достижимости тернарное:

$$M, w \models \Box\varphi \text{ ттт } \forall u, v[R(w, u, v) \Rightarrow (M, u \models \varphi \text{ или } M, v \models \varphi)].$$

Они были не первыми, кто определил расширенный вариант отношения достижимости. Ещё Тарский и Джонсон в 1951 году предложили использовать n -арные структуры для представления $(n - 1)$ -арных операторов булевой алгебры.

В случае тернарного отношения не будет работать *принцип полной модальной агрегации*:

$$\vdash (\Box\varphi \wedge \Box\psi) \rightarrow \Box(\varphi \wedge \psi),$$

что очень хорошо для наших целей, поскольку это предотвратит склеивание в том числе и противоречивых данных (с дальнейшим получением самопротиворечивых данных), а в общем случае — данных, полученных на разных этапах или из разных источников. При этом правила монотонности (иногда

называемое регулярностью) $(\varphi \rightarrow \psi) \vdash (\Box\varphi \rightarrow \Box\psi)$ и правило нормальности (несесситация) $\varphi \vdash \Box\varphi$ останутся в силе. Но они относятся к отдельной проблеме, касающейся устранения логического всеведения, рассмотрение которой выходит за рамки данной работы.

Кстати, в тернарных структурах работает слегка видоизменённый принцип агрегации: $\vdash (\Box\varphi \wedge \Box\psi \wedge \Box\chi) \rightarrow \Box((\varphi \wedge \psi) \vee (\psi \wedge \chi) \vee (\varphi \wedge \chi))$.

3.2. Адаптация в дескрипционных динамических доксистических моделях

Для разработки механизма адаптации данных в рамках динамической доксистической логики консолидируем идеи соответствующей семантики Крипке, адаптивной логики и формального аппарата дескрипционных логик.

3.2.1. Моделирование адаптации данных в дескрипционных логиках

Адаптивные логики-перевёртыши будем моделировать посредством соответствующего расширения дескрипционных логик. Так, логике нижнего предела будет соответствовать набор терминологий TBox_{LLL} , а логике верхнего предела — TBox_{ULL} . Каждая из промежуточных логик получит свой набор терминологий. Входные данные, которые могут быть не консистентными, будут сопоставляться с набором утверждений ABox .

3.2.2. Адаптация данных в рамках динамических доксистических моделей

Недетерминированность адаптации данных с выбором конкретного набора действий (логики, соотнесённой с соответствующей терминологией) в зависимости от выбранных посылок может быть описана в рамках модели действий динамической доксистической логики, которая неплохо для этого подходит.

В качестве базовой логики, формирующей замкнутые классы пропозициональных формул каждого из возможных миров, будем использовать вариант минимальной паранепротиворечивой логики CLuN , использованной Батенсом (Batens 2010) в качестве логики нижнего предела. Аксиоматика пропозиционального фрагмента CLuN задаётся следующим набором.

$A \supset 1$	$A \supset (B \supset A)$
$A \supset 2$	$(A \supset (B \supset C)) \supset ((A \supset B) \supset (A \supset C))$
$A \supset 3$	$((A \supset B) \supset A) \supset A$
$A \wedge 1$	$(A \wedge B) \supset A$
$A \wedge 2$	$(A \wedge B) \supset B$
$A \wedge 3$	$A \supset (B \supset (A \wedge B))$
$A \vee 1$	$A \supset (A \vee B)$
$A \vee 2$	$B \supset (A \vee B)$
$A \vee 3$	$(A \supset C) \supset ((B \supset C) \supset ((A \vee B) \supset C))$
$A \neg 1$	$(A \supset \neg A) \supset \neg A$
MP	$A, A \supset B \vdash B$

В отличие от классической логики, семантика CLuN является недетерминистской (т. е. значения, задаваемые формулам через процедуру означивания, не являются функцией модели). Модель пропозиционального фрагмента CLuN задаётся просто интерпретацией $v : WFF \rightarrow \{0, 1\}$, где WFF — это множество правильно построенных формул. Означивание $v_M : WFF \rightarrow \{0, 1\}$, задаваемое моделью M и связываемое с синтаксисом, определяется следующими правилами:

CP	для пропозициональных переменных P , $v_M(P) = 1$ ттт $v(A) = 1$
$C\neg$	$v_M(\neg A) = 1$ ттт $v_M(A) = 0$ или $v(\neg A) = 1$
$C\supset$	$v_M(A \supset B) = 1$ ттт $v_M(A) = 0$ или $v_M(B) = 1$
$C\wedge$	$v_M(A \wedge B) = 1$ ттт $v_M(A) = 1$ и $v_M(B) = 1$
$C\vee$	$v_M(A \vee B) = 1$ ттт $v_M(A) = 1$ или $v_M(B) = 1$

Мы говорим, что формула A выполнима в модели M (или модель M выполняет формулу A), и пишем $M \models A$ тогда и только тогда, когда $v_M(A) = 1$. Мы говорим, что набор формул Γ выполняет формулу A в пропозициональном фрагменте CLuN , и пишем $\Gamma \models_{\text{CLuN}} A$ тогда и только тогда, когда модели, выполняющие каждую из формул, входящих в Γ , выполняют и формулу A . Доказана корректность и полнота синтаксиса и семантики CLuN (Batens 2010).

3.2.3. Сопоставление дескрипционных логик и динамических доксистических моделей

Опираясь на наборы непротиворечивых терминологий TBox и непротиворечивых утверждений ABox дескрипционных логик, зададим, соответственно, модели действий и состояний динамической эпистемо-доксистической логики (van Benthem, Smets 2015). Будем считать, что набор терминологий TBox не может являться противоречивым ни при каких обстоятельствах. TBox будет содержать схему аксиомы

$$A\rightarrow 2 \quad A \supset (\neg A \supset B)$$

и имитировать переключение к логике верхнего предела в формате логик-перевёртышей. TBox , заданный в виде модели действий, позволяет задействовать правила классической логики для преобразования ABox , определённого в виде модели состояний. В отличие от TBox , набор утверждений об индивидах ABox может в какой-то момент оказаться неконсистентным. В таком случае выявленная аномалия перейдёт из разряда убеждений в разряд изолированных положений. Этот эффект будет достигнут за счет перемещения возможных миров, содержащих аномалию, в миры, являющиеся менее правдоподобными, чем реальный (назовём их HBox).

Итак, за основу возьмём эпистемические правдоподобные модели, которые задаются кортежем $M = (W, \{\sim_i\}_{i \in I}, \{\leq_i\}_{i \in I}, V)$, где W — множество возможных миров или состояний, \sim_i — эпистемическое отношение достижимости (неразличимости) для агента $i \in I$ между парами миров, являющееся отношением

эквивалентности и используемое для описания модальности знания. Семейство отношений правдоподобия $\{\leq_i\}_{i \in I}$ состоит из бинарных, рефлексивных, транзитивных отношений сравнения и интерпретируется как то, что агент считает один мир не менее достоверным, чем другой. V , как обычно, функция означивания. Отношение правдоподобия удовлетворяет двум условиям: (1) \leq_i -сравнимые миры являются \sim_i -неразличимыми, (2) ограничение каждого отношения правдоподобия на каждый класс \sim_i -эквивалентности является правильно предупорядоченным (т. е. каждое непустое подмножество имеет максимальный — наиболее правдоподобный — элемент).

3.2.4. Динамика убеждений в вопросно-ответных переходах

Как обычно, динамические доксистические модели представляют собой оформленный в виде сети симбиоз моделей состояний, каждая из которых описывает некоторую ситуацию с убеждениями относительно набора утверждений из $AVox$, сложившуюся в определённый момент времени, и модели действий, которая задаёт возможные варианты преобразования модели состояний в соответствие с инициируемыми запросам. Будем различать два типа переходов между моделями состояний и действий. Один из этих типов соответствует выбору подмножества высказываний из $AVox$ в качестве посылки и постановке вопроса относительно того какую логику лучше использовать для построения заключения. Данный вид недетерминированного перехода инициируется, исходя из ситуации, сложившейся в какой-то рассматриваемой модели состояний и адресуется модели действий. Второй тип перехода соответствует построению ответа, который состоит в выборе наиболее подходящего (по критериям адаптивной логики) набора терминологий с недетерминированным получением заключения и передачей этого результата для преобразования $AVox$ и $NVox$ в рамках описания последующей модели состояний. В данных моделях можно вдобавок предусмотреть двойную динамику, отражающую развитие и модели действий, а также описание терминологических положений в форме знаний.

3.3. Реализация

Реализация данной системы возможна, например, в рамках языка ECL^iPS^e , поддерживающего программирование с ограничениями. Для этого нужно построить метаинтерпретатор, который используя механизм откатов, позволял бы по мере необходимости переключаться между различными наборами терминологий.

Литература

- Карри 1969 — *Карри Х.* Основания математической логики. М.: Мир, 1969. 568 с.
Allo 2013 — *Allo P.* Adaptive Logic as a Modal Logic // *Studia Logica: An International Journal for Symbolic Logic.* Vol. 101, No. 5, October 2013. Pp. 933–958.
Batens 2010 — *Batens D.* Adaptive Logics and Dynamic Proofs. Mastering the Dynamics of Reasoning, with Special Attention to Handling Inconsistency. Рукопись, 11 октября 2010. 322 с.

van Benthem, Smets 2015 — *van Benthem J., Smets S.* Dynamic Logics of Belief Change // Handbook of Epistemic Logic, van Ditmarsch H., Halpern J., van der Hoek W., Kooi B. (eds), College Publications, 2015. Pp. 313–393.