

НАУЧНО • ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Серия 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И СИСТЕМЫ
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Издается с 1961 г.

№ 12

Москва 2017

ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

УДК [002 : 004.6] : 338.246.027 : 001.89

О.В. Сянтюренко

Финансирование фундаментальных исследований: концептуальный облик системы поддержки принятия решений с использованием методов наукометрии и анализа данных*

Разработана концептуальная модель информационной системы, ориентированной на решение задач управления финансированием фундаментальных исследований с использованием методов наукометрии и анализа данных. Сформулированы базовые принципы и предложена методология создания и функционирования системы поддержки принятия решений при распределении фонда госзаказа по тематическим научным направлениям. Рассматриваются перспективы использования нового многоцелевого информационного ресурса. Показана взаимосвязь задач управления наукой с задачами инновационного развития отраслей экономики.

Ключевые слова: *эффективность управления, бюджетное финансирование, наукометрия, анализ данных, системы управления, базы данных, научные приоритеты, мониторинг, научно-технический потенциал, постобработка данных, трансфер технологий, экономическое развитие*

* Статья подготовлена в рамках работ по гранту РФФИ № 17-07-00256 и программе ФНИ государственных академий наук по теме 0003-2016-0001.

ВВЕДЕНИЕ

Современная наука, которая характеризуется увеличением финансовых затрат на научные исследования, ростом количества научных работников, повышением результативности, особенно в сфере прикладных исследований и разработок, представляет собой особый сегмент национальной экономики. Актуализируется и все более осознается необходимость управления, планирования и прогнозирования развития науки. Отечественная фундаментальная наука является конкурентным преимуществом страны, и одна из основных задач государства и академического сообщества – развитие этого преимущества. В развитых странах экспоненциальный рост науки, интеллектуального и «цифрового» капитала, становится основным фактором перехода от индустриального общества к обществу знаний. Основным источником финансирования фундаментальных исследований всегда выступает государственный бюджет. Предпринятые руководством страны шаги по реформированию Российской академии наук, сложная экономическая ситуация (в том числе с бюджетным финансированием) актуализируют проблему эффективности управления в сфере фундаментальных исследований, поиска новых подходов и решений в соответствии с новыми вызовами и задачами становления инновационной экономики России.

Система управления научными исследованиями и разработками должна реализовывать эффективное и рациональное использование всех видов научно-технических ресурсов – наиболее дорогостоящих элементов в системе общественного воспроизводства. На макроуровне комплекс задач управления фундаментальными исследованиями включает в себя управление развитием:

- инфраструктуры фундаментальных исследований, включая материальные ресурсы и недвижимость; а также мониторинг текущего состояния;
- информационного, прогнозно-аналитического и экспертного
- крупных проектов и госпрограмм;
- региональной, организационно-функциональной структуры РАН;
- инновационных разработок и развитием связей с высокотехнологичными секторами промышленности;
- финансирования исследований и разработок.

Эффективность управления и объемы финансирования фундаментальных исследований в наибольшей степени (сравнительно с другими факторами) влияют на их результативность. Следует отметить, что на данный момент в РАН нет какой-либо системы и рациональной методологии управления бюджетным финансированием (и мониторинга) исследований и разработок, осуществляемых в рамках госзаказа. По заданию ФАНО РФ в ВИНТИ РАН инициирована разработка информационной системы, ориентированной на реализацию автоматизированного процесса управления финансированием фундаментальных исследований. В настоящее время для оценивания результативности научной деятельности совместно с экспертными заключениями все чаще используют и наукометрические показатели. Эти показатели осно-

ваны на количестве публикаций автора и на количестве ссылок на его работы. Возросший интерес к наукометрическим показателям вызван, в первую очередь, возможностью автоматизации процесса оценивания с использованием баз данных *Web of Science*, *Scopus*, Научной электронной библиотеки. Кроме того, можно использовать бесплатные программы, например, *Publish or Perish*, работающие на данных поисковой системы научных публикаций *Google Scholar*. Наукометрические показатели удобны для оценки фундаментальных исследований, результаты которых непосредственно не связаны с экономическим эффектом. Фундаментальные разработки направлены на развитие науки, поэтому их востребованность оценивают через отзыв научного сообщества на публикации с результатами исследований. Формально этот отзыв выражают индексом цитирования – суммарным количеством ссылок на рассматриваемые публикации. Доступность таких показателей связана с развитием электронных библиографических БД и, как следствие, возможностей автоматического расчета соответствующих индексов. Потенциально эти показатели могут использоваться на всех этапах процесса управления научно-исследовательской деятельностью, и прежде всего: при формировании приоритетных направлений развития и при создании новых исследовательских центров и групп; при распределении финансирования между исследовательскими программами и проектами.

В настоящей статье рассматриваются модель и концептуальный облик системы поддержки принятия решений (СППР) при управлении бюджетным финансированием тематических направлений с использованием критериев и информационно-аналитических методов наукометрии и анализа данных. Нетривиальность задачи заключается в ее значительной размерности: распределение (и мониторинг) выделяемых бюджетных средств по ≤ 8 тыс. научных направлений, исследования по которым ведутся в ≤ 400 научных организациях РАН.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЮДЖЕТНЫМ ФИНАНСИРОВАНИЕМ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Планирование развития науки в целом или какой-либо ее отрасли, перераспределение средств и капитальных вложений требуют учета тенденций развития науки, прогнозирования появления и отмирания ее различных направлений. Главная проблема управления – куда и как вложить имеющиеся ограниченные средства. Варианты решения задачи управления финансированием тематических направлений фундаментальных исследований могут быть различными: а) традиционное решение – от достигнутого; б) экспертное решение (большое количество экспертов, экспертные анкеты, экспертные советы и т.д.) – инертное и затратное; в) использование информационных методов наукометрии и анализа данных.

С развитием сетевых сервисов, методов аналитической постобработки и оцифровки информации ва-

риант в) является наиболее перспективным. Результативность исследований зависит от уровня соответствия исследовательских задач и научно-технического потенциала научной организации. Структурно-инфологическую модель научно-технического потенциала j -й научной организации можно представить как

$$E^j(t) = \Phi(P_{in}^j, P_{if}^j, P_m^j, P_{fn}^j, S^j, t), \quad (1)$$

где $P_{in}^j, P_{if}^j, P_m^j, P_{fn}^j$ - интеллектуальные, информационные, материальные, финансовые ресурсы научной организации соответственно; S^j - уровень организации и управления ресурсами. Таким образом $E^j(t)$ - это обобщенная характеристика, определяющая совокупность основных видов ресурсов и факторов в период времени t и отражающая способность научной организации решать стоящие перед ней задачи. Результативность исследований является функцией максимизации соответствия научных задач и научно-технического потенциала $[Z^j : E^j(t)] = R_{RO} \Rightarrow \max$ научной организации. Уровень соответствия можно оценить с помощью проблемно-ориентированных оценок научно-технического потенциала (НтП). Результаты количественной оценки потенциала могут быть поставлены в зависимость от тех или иных сформулированных (выбранных) целей из множества $\{Z\}$.

Оптимальная стратегия управления научными исследованиями - серьезная методологическая проблема. Следует отметить, что новые подходы к решению проблем современного научно-технического развития, с учетом их возрастающей масштабности, сложности, ресурсоемкости, реализуются на основе: 1) научного обоснования приоритетного ряда научных и научно-технических направлений; 2) использования преимущественно информационных и экономических методов управления научными исследованиями и разработками (в т.ч. минимизации факторов неэффективного использования имеющихся и/или доступных ресурсов).

С 2005 г. активно развивается российский индекс научного цитирования (РИНЦ) - национальная информационно-аналитическая система, предназначенная не только для оперативного обеспечения научных исследований актуальной справочно-библиографической информацией, но также является универсальным инструментом, позволяющим оценить результативность и эффективность деятельности научно-исследовательских организаций, ученых, определить уровень научных журналов. Однако использование количественных наукометрических показателей для оценки различных по содержательному характеру научных организаций требует большой осторожности и взвешенного подхода. Количество публикаций у институтов теоретического или прикладного плана может быть значительно больше, чем у институтов с большой долей экспериментальных исследований (часто публикация появляется после длительных экспериментов через 1,5-2 года). С учетом всех этих факторов наиболее перспективным и экономичным решением является использование проблемно-ориентиро-

ванной системы поддержки принятия решений (СППР) при управлении финансированием фундаментальных исследований. СППР - это интерактивная компьютерная система, которая путем сбора и анализа большого количества информации может влиять на процесс принятия решений (и моделировать решения) при распределении фонда госзаказа по тематическим фундаментальным научным направлениям.

В наборе показателей СППР доминируют агрегированные и производные показатели, такие как индексы и индикаторы. Системы такого класса предназначены для поддержки многокритериальных решений в сложной информационной среде. При этом под многокритериальностью понимается тот факт, что результаты принимаемых решений оцениваются не по одному, а по совокупности многих показателей (критериев) рассматриваемых одновременно. Информационная сложность определяется необходимостью учета большого объема данных, обработка которых без помощи современной вычислительной техники практически невыполнима. С помощью СППР может производиться выбор решений неструктурированных и слабоструктурированных задач, в том числе и многокритериальных. Система поддержки решений СППР решает две основные задачи: выбор наилучшего решения из множества возможных (оптимизация); упорядочение возможных решений по предпочтительности (ранжирование).

С системных позиций рассмотрим *концептуальные основы разработки (и функционирования) системы управления бюджетным финансированием* тематических фундаментальных научных направлений.

1. Использование не экспертных количественных (количественных) наукометрических методов (и критериев) оценок уровня: научного тематического направления; научной организации.

2. Не экспертное формирование комплексной оценки уровня научного направления на основе многомерного анализа данных и методов наукометрии. Распределение бюджетных средств осуществляется пропорционально вычисляемому рейтингу научных направлений, который синтезируется на основе критериев: совокупности наукометрических показателей научной организации (по данному направлению), ее научно-технического потенциала, уровня приоритетности направления.

3. Автоформализация совокупной оценки наукометрических показателей ученых i -го тематического направления j -й научной организации (соискателя бюджетного финансирования). Автоформализация интегральной оценки уровня научной организации с учетом ее научно-технического потенциала и приоритетности тематических направлений исследований.

4. Использование экспертов и экспертных методов на этапе формирования критериев и системы показателей - на начальном этапе разработки системы. При сопоставительном анализе и моделировании принципиальным является сопоставимость параметров, прежде всего наукометрических.

5. Автоматическое (автоматизированное) формирование исходных массивов данных тематических научных направлений и научных организаций (соискателей

бюджетного финансирования). Постоянный мониторинг показателей и актуализация банка данных.

6. Автоматическое формирование (расчет) сопоставительного уровня (рейтинга) тематических научных направлений и распределение объемов бюджетного финансирования.

7. Поддержание статуса открытости системы и мультипликативного использования формируемого электронного информационного ресурса. Соответствие требованиям: масштабируемости, многомерного и многовариантного представления данных, гибкости и адаптируемости к внешним изменениям, сетевая интеграция.

Распределение финансирования по тематическим научным направлениям из фонда госзаказа должно осуществляться с учетом следующих показателей:

- наукометрической оценки научного уровня разрабатываемого тематического направления с использованием таких показателей, как: число публикаций, индекс цитируемости, индекс Хирша, импакт-фактор, ожидаемый отклик, индекс Прайса, ПРНД (показатель результативности научной деятельности, принятый в РАН) и др.;

- оценки НтП научной организации-соискателя финансирования (по направлению);

- принадлежности тематического направления к Перечню приоритетных направлений развития научно-технического комплекса России на 2014-2020 гг.

Уточним исходную постановку задачи. Общее количество выделенных финансируемых фундаментальных научных направлений ≤ 8000 . Количество научных организаций РАН ≤ 400 . Научные организации-соискатели финансирования по распоряжению (приказу) ФАНО РФ или Президиума РАН заблаговременно (~ 6 мес.) предоставляют в ВИНТИ РАН в электронном виде формализованные данные, характеризующие: 1) научное направление, на развитие которого запрашивается бюджетное финансирование, с авторизованной наукометрической оценкой (по РИНЦ), включая данные по бюджетному финансированию направления за последние 3-5 лет; 2) формализованные данные по научно-техническому потенциалу и эффективности научной организации. Показатели эффективности: общее число публикаций сотрудников научной организации (за фиксированный период времени), отнесенное к численности научных сотрудников, в том числе: в зарубежных научно-технических изданиях (*Scopus*, *WoS*); в отечественных изданиях, включенных в перечень ВАК.

На основе представленных в электронном виде заявок в определенном формате, в ВИНТИ практически в автоматическом режиме формируются базы данных Системы. Логические структуры БД и анкеты-формы разрабатываются заранее и утверждаются в ФАНО. Логическая структура БД по тематическому направлению должна также включать текстовое поле с расширенной аннотацией (объемом ≤ 4 тыс. знаков). ВИНТИ может дополнять БД экспресс-аналитическими обзорами по актуальным темам, входящим в Перечень приоритетных направлений или критических технологий.

Общая картина-характеристика *научно-технического потенциала и эффективности научной орга-*

низации определяется совокупностью следующих показателей:

- Количество публикаций по всем научным направлениям, по годам (временной лаг ~ 5 лет), дифференцированно по отечественным и зарубежным журналам.

- Численность и структура кадрового состава организации (с учетом возрастного сдвига и по годам).

- Информационно-аналитические оценки имеющихся научно-технических результатов сопоставительно с российским и мировым уровнем.

- Количество (и их финансовый объем) получаемых грантов (по направлениям) от российских фондов, зарубежных фондов и программ, спонсоров.

- Состав (и объем) выполненных внебюджетных конкурсных (и заказных) исследований, проектов, разработок (временной лаг ~ 5 лет).

- Интегральная характеристика-оценка результатов интеллектуальной (инновационной) деятельности (изобретения, алгоритмы и программы, патенты). Информационная инфраструктура (Интранет), приборный парк, состав оборудования, в первую очередь коллективного пользования (суперкомпьютер, дорогой масс-спектрометр и т.п.).

- Подготовка кадров высшей квалификации (аспирантура, диссертационные советы), связи с высшей школой.

- Формализованное описание международных научных связей,

- Обобщенные финансовые (корпоративные) показатели, по годам.

Функциональная структура информационной системы распределения бюджетного фонда госзаказа по тематическим научным направлениям содержит:

- Банк данных СППР, включающий: а) БД с формализованными характеристиками тематических направлений (включая приоритеты); б) БД с унифицированными характеристиками, отражающими научный (и технический) потенциал организаций РАН; в) БД по исследованиям и инновационным разработкам, представляющим интерес для дальнейшей коммерциализации.

- Подсистемы: а) сбора и регистрации данных по тематическим направлениям и научным организациям РАН; б) моделирования, расчета показателей и распределения фонда госзаказа по тематическим направлениям; в) взаимодействия с реферативным банком данных ВИНТИ; г) мониторинга, не экспертного информационного анализа данных по промежуточным результатам, контроля расходования средств по целевому финансированию.

- Блоки: а) сопоставительного анализа тематических направлений на предмет выявления дублируемых исследований; б) информационного, математического и нормативно-методического (регламентного) обеспечения; в) управления, интерактивного взаимодействия, визуализации и генерации отчетов.

Финальным результатом обработки данных научных организаций является автоматическое (автоматизированное) распределение фонда госзаказа по выделенным тематическим направлениям при выполнении общего условия сохранения баланса затрат.

Рассмотрим алгоритм базовой модели распределения бюджетного финансирования (получаемого в рамках госзаказа) по выделенным фундаментальным научным направлениям, с простой логико-вычислительной структурой.

Общее количество финансируемых тематических научных направлений обозначим как M (~ 8000).

С учетом множества $\{N\}$, где N – общее число научных организаций, получающих финансирование из фонда госзаказа (для РАН ~ 400), приведенный оценочный уровень каждого из тематических направлений определяется эмпирическим выражением:

$$m_{ij}^1 = m_{ij} \cdot \left[\sum_1^M \sum_1^N m_{ij} \cdot (100\%)^{-1} \right]^{-1}, \quad (2)$$

где m_{ij} – наукометрическая оценка уровня i -го тематического направления (по публикациям) в j -й научной организации, где $n_{ij} > 0$. С некоторой долей упрощения m_{ij} может интерпретироваться как уровень научного задела по i -му тематическому направлению.

m_{ij}^1 – «удельный вес» тематического направления (или относительный уровень i -го направления в j -й научной организации) в общей совокупности выделенных для финансирования научных направлений РАН (в %).

Априори полагаем, что успешность выполнения исследований по каждому тематическому направлению в общем случае зависит от уровня научно-технического потенциала организации, где эти исследования проводятся. Эмпирическая формула уровня научно-технического потенциала (НТП) j -й организации - W_j определяется как:

$$W_j = k_j \cdot (a_j \cdot B_j), \quad (3)$$

где k_j – коэффициент, учитывающий технический потенциал j -й организации, в первую очередь, состояние инфраструктуры (возможность широкополосного телекоммуникационного доступа к отечественным и зарубежным БД с научно-технической информацией, парк измерительной аппаратуры, компьютерное оснащение, наличие суперЭВМ, уникального оборудования коллективного доступа, состояние специализированных служб и сервисов и т.п.); условно шкала $k = 0 \div V$, ($V \leq 100$);

B_j – эффективность научной деятельности организации – уровень публикационной активности научной организации (см. РИНЦ, Википедия), определяемый как

$$B_j = L_j(t) \cdot (G_j)^{-1}, \quad (4)$$

где L_j – общее число публикаций за период t ; G_j – число исследователей; a_j – нивелирующий ко-

эффициент публикационной активности – для научных организаций с преобладающей долей экспериментальных исследований, $1 < \delta \leq 10$,

$$a_j = \begin{cases} 1 - \text{ординарное направление;} \\ 1 + \delta - \text{экспериментальное направление;} \end{cases}$$

тогда m_i^0 – приведенный оценочный уровень i -го тематического направления с учетом НТП j -й научной организации:

$$m_i^0 = W_j \cdot m_{ij}^1. \quad (5)$$

Далее, пусть Z_0 – общий бюджетный фонд госзаказа (для РАН ≤ 100 млрд руб.). В общем случае, для повышения операционной гибкости системы может предусматриваться функциональный бюджетный резерв (руководства РАН) – ΔZ_0 ($\Delta Z_0 \leq 0.5 \div 3\%$), тогда далее оперируем величиной $Z_0 = Z_0 - \Delta Z_0$.

Из условия сохранения баланса

$$Z_0 = \sum_1^M \sum_1^N Z_{ij} = \sum_1^M \sum_1^N (x \cdot m_{ij}^0), \quad (6)$$

вычисляем базисную величину x , на основе которой определяются вложения средств по тематическим направлениям в соответствии с принципом пропорциональности оценочного (рейтингового) уровня научного направления:

$$x = Z_0' \cdot (S^{-1}),$$

где $S = \sum_1^M \sum_1^N (d_{ij} \cdot m_{ij}^0)$ – суммарный уровень всех тематических направлений, где d_i – коэффициент, учитывающий вхождение i -го направления j -й организации в Перечень приоритетных направлений; $d_i = 1$ – неприоритетное направление, $d_i = 1 + \Delta$ – приоритетное научно-техническое направление, где $\Delta = \text{const}$. В общем случае может иметь место, когда $\Delta = \text{var}$, однако это, при больших размерностях M и N , повлечет существенное усложнение расчетов по распределению бюджетных средств.

Таким образом, итоговая расчетная формула базисной величины x имеет вид

$$x = Z_0' \cdot \left(\sum_1^M \sum_1^N (d_{ij} \cdot m_{ij}^0) \right)^{-1} = Z_0' \cdot 100^{-1}. \quad (7)$$

Объем финансовых вложений из фонда госзаказа в каждое i -е тематическое направление определяется итоговым выражением

$$Z_{ij} = x \cdot (d_{ij} \cdot m_{ij}^0). \quad (8)$$

Последний шаг – заключительная проверка выполнения сохранения баланса суммарных затрат

$$\sum_1^M \sum_1^N Z_{ij} \leq Z_0'. \quad (9)$$

Следует отметить два детерминирующих фактора:

1. Задача объективной оценки научно-технической потенциала еще весьма далека от завершения, к оценке НтП до сих пор нет единого подхода. Однако в последнее десятилетие при оценке НтП научных организаций, помимо прочих, все шире используется наукометрический подход (на основе учета количества публикаций и индекса цитирования). Принципиально важно исходить из того, что оценка всегда есть функция цели, а, следовательно, оценка НтП в различных случаях может осуществляться на основе различных наборов показателей. При наличии количественных значений каждого из показателей, характеризующих НтП, возможен подход, при котором производится «свертка» частных показателей в интегральный (агрегированный) показатель, принимаемый за численную оценку потенциала (индикатор потенциала). Выбор оптимальной операции «свертки», позволяющий получать интегральный показатель, достаточно объективно характеризующий оценку НтП, является непростой теоретической и практической задачей, включающей как выбор вида функции агрегирования, так и «взвешивание» отдельных, входящих в нее показателей.

2. Выбор приоритетов лежит в слабоформализуемой сфере целеобразования. Не существует универсальной модели процесса формирования приоритетов.

Приоритетные направления развития науки и техники России в последнее десятилетие связаны с *фундаментальными исследованиями*, информационными технологиями и электроникой, производственными технологиями, новыми материалами и химическими продуктами, технологиями живых систем, транспортом, топливом и энергетикой, экологией и рациональным природопользованием. Эти приоритетные направления конкретизируются в подпрограммах и подкреплены разработкой критических технологий. Институциональное обеспечение разработки научно-технической политики и определения соответствующих национальных приоритетов осуществляется различными структурами на разных уровнях управления экономикой. Поскольку ресурсы российской экономики и научно-технического потенциала ограничены, а круг разнородных задач в сфере научно-технологического развития, требующих решения, чрезвычайно широк, проблема выбора национальных приоритетов научно-технологического развития приобретает первостепенную значимость. Бюджетные процедуры очень важны для реализации научно-технических приоритетов (это – для любой страны) и являются одной из функциональных задач управления наукой. На этапе разработки годового бюджета научно-технические приоритеты, содержащиеся в государственных документах, детализируются и обеспечиваются финансированием. Проектная разработка Системы и ориентирована, в первую очередь, на совершенствование процессов управления финансовым обеспечением фундаментальных исследований.

Перечень задач, на решение которых ориентирована СППР.

- Автоматизированный расчет и распределение бюджетных средств по выделенным научным направлениям в рамках фонда госзаказа (основная задача).
- Выявление с помощью методов наукометрического анализа стагнирующих научных направлений (анализ на временном интервале ~ 5 лет).
- Выявление «точек роста», анализ и оценка трендов развивающихся научных направлений.
- Информационно-аналитическая поддержка разработки прогнозов научно-технологического развития (в РФ и за рубежом).
- Информационно-аналитическая поддержка формирования национального перечня приоритетных направлений научно-технологического развития и критических технологий.
- Информационная поддержка подготовки предложений (версий и вариантов) по формированию государственных (и региональных) научно-технических программ.
- Текущий мониторинг выполнения работ и расходования бюджетных средств по научным направлениям.

Пользователи Системы: Президиум РАН, Федеральное агентство научных организаций, Министерство образования и науки РФ и другие федеральные ведомства, научные фонды, экспертное сообщество РАН, научные организации РФ и СНГ, информационные и аналитические центры, промышленные корпорации.

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ПОСТОБРАБОТКИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ БД СППР И БД ВИНТИ РАН

Использование наукометрических методов и методов анализа данных при совместной постобработке актуальной информации по выполняющимся в РАН исследованиям, и систематизированных информационных ресурсов ВИНТИ является весьма перспективным для решения целого ряда задач, в числе которых:

- анализ структуры (и уровня) отечественной и мировой науки;
- определение тенденций и процессов, происходящих в мировой и региональной науке;
- выявление (на ранней стадии) наиболее актуальных или, напротив, теряющих свою актуальность научных направлений;
- отслеживание генезиса конкретных научных идей (или направлений) и истории их развития;
- определение продуктивности научных организаций и работы отдельных исследователей (научных групп) в конкретной научной области и эффективности материальных и иных затрат в этой области;
- анализ трендов развития инновационной деятельности в рамках отдельных научных организаций, направлений (или отделений РАН);
- анализ структуры научного сообщества и изучение науки как социального организма.

Дополнительной информационной базой могут быть ресурсы: банка данных Российского фонда фундамен-

тальных исследований (<http://www.rfbr.ru/rffi/ru>), информационной системы ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России» (www.fcntp.ru), Государственной информационной системы промышленности, Федеральный портал по науке и инновациям (<http://www.sci-innov.ru/sci-dev/>), Единой государственной информационной системы учета результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения (<http://www.rosrid.ru>), базы данных Росстата (www.gks.ru), базы данных eLIBRARY и Российского индекса научного цитирования, Института научной информации США (*Institute for Scientific Information, ISI*) (www.isinet.com).

Постобработка больших массивов научно-технической (и технико-экономической) информации с использованием методов наукометрии и анализа данных (в том числе статистических методов) априори позволяет выявлять закономерности, выражающие зависимости между распределениями различных параметров исследуемых систем и процессов, и характер изменения распределений во времени.

Рассмотрим несколько гипотетических примеров-вариантов аналитической постобработки информации. Определенный интерес могут представлять:

1) данные и визуализация распределений и оценка корреляции изменений бюджета фундаментальных исследований (совокупный госзаказ) и роста числа публикаций по годам (с использованием данных Росстата);

2) графики распределений и оценки зависимости числа публикаций от роста ВВП (структурно): энергетика, транспорт, цветная металлургия и т.д., по го-

дам (желательно для сопоставления использовать данные бюджета и ВВП предыдущего года);

3) анализ распределений и корреляции роста индекса производства (по 10 основным отраслям промышленности) в процентах к предыдущему периоду и рост расходов на исследования и разработки (или, например, числа публикаций российских авторов) за тот же период (рисунок).

Следует отметить, что совместная постобработка информации баз данных Системы, ВИНТИ РАН и данных Росстата, таких как величина ВВП, произведенной энергии, среднего годового дохода на душу населения, величины произведенного продукта, приходящейся на высокие технологии и ряда других, – это перспективное множество представляющих практический интерес (для управления и прогнозирования) показателей и распределений.

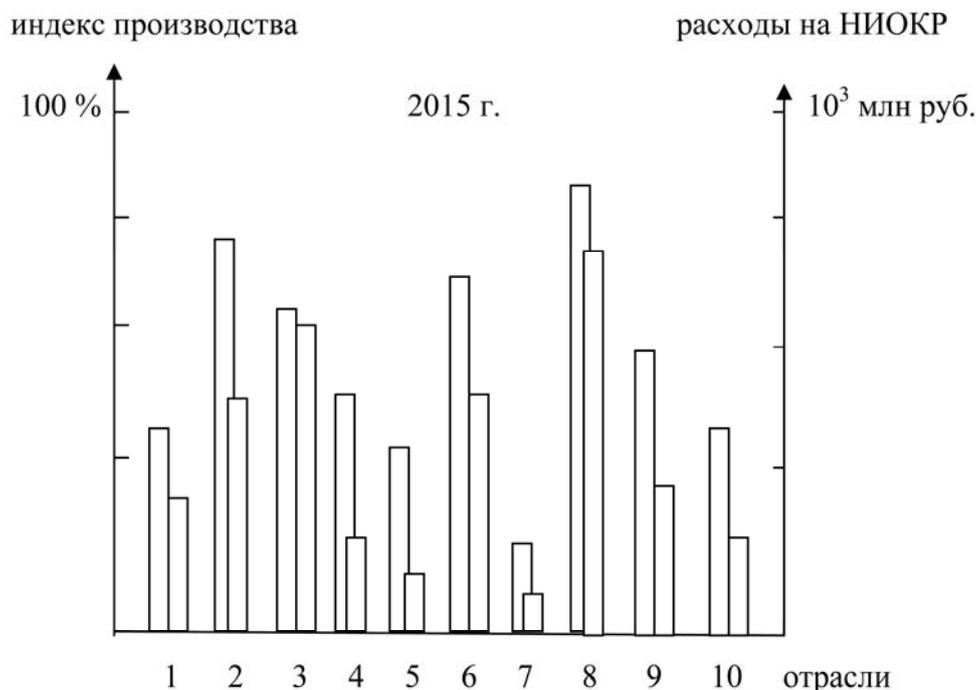
В качестве иллюстративного примера перечислим некоторые варианты анализа:

- анализ сравнительного роста: а) валового внутреннего продукта; б) расходов на образование; в) расходов на исследования и разработки; г) объема публикаций российских авторов;

- анализ изменений объемов (и структуры) ВВП и распределения затрат по научно-техническим направлениям;

- анализ зависимости роста инвестиций в отрасли экономики и рост объемов публикаций (то же по отраслям народного хозяйства);

- анализ зависимости роста выпуска специалистов государственных и муниципальных вузов и роста объемов публикаций (по отраслям народного хозяйства).



Корреляция роста индекса производства (по отраслям промышленности) и роста расходов на исследования и разработки

Целенаправленное использование методов и средств (продуктов и услуг) аналитической постобработки информационных ресурсов может стать реальным вкладом ВИНТИ в развитие методов управления, становление инновационной экономики в нашей стране. А также, в связи с быстрым ростом цифрового пространства и сетевой среды, могло бы трансформироваться в новое направление информатики – сетевой анализ и сетевую наукометрию (одна из задач – создание российского вебметрического индекса).

ВЫВОДЫ

1. Синтезирован концептуальный облик системы поддержки принятия (СППР) решений при управлении бюджетным финансированием тематических направлений с использованием критериев и методов наукометрии и анализа данных, а также с учетом приоритетности направлений и научно-технического потенциала научных организаций. Основные достоинства проекта: а) простота решения и относительно невысокая трудоемкость (и ресурсоемкость) реализации системы; б) отсутствие организационно-финансовых проблем по корпусу экспертов и организации экспертизы; в) использование современных информационно аналитических и наукометрических методов для моделирования и получения оценок (унифицированных и сопоставимых) и финишных результатов по распределению бюджетных средств госзаказа между ~ 8000 научных направлений.

2. Важным и перспективным является формирование нового многоцелевого информационного ресурса РАН – для управления, анализа развития отечественной и мировой науки, научно-технического прогнозирования, развития экспертной деятельности, оптимизации процессов финансирования исследований и разработок, мониторинга текущего состояния.

3. Системы управления фундаментальными исследованиями могут быть разработаны на основе иных подходов, отличных от предложенного. Однако следует отметить, что по базовым положениям теории и практики управления система не может быть эффективной и устойчивой, если центр целеполагания и компетенции находится в одном месте, а центр управления и распределения финансовых ресурсов – в другом. Разделение управления ресурсами (ФАНО РФ) и исследованиями (РАН) существенно снижает эффективность науки, так как они имеют разные целевые критерии своей деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несколько выходя за рамки рассматриваемой проблематики, необходимо сделать два замечания более общего характера.

1. Основная задача науки состоит в научном обеспечении социально-экономического развития страны, поэтому наличие в структуре Системы базы совокупных данных научных организаций РАН по инновационным разработкам позволит в перспективе более объективно подойти к оценкам эффективности фундаментальной науки. В мировой практике оценка результатов фундаментальной науки, как правило, проводится на основе показателей публикационной активности и цитирования, а также экспертных оце-

нок научного сообщества. Однако в настоящее время российским научным и экономическим сообществом не выработаны единые подходы к оценке эффективности фундаментальной науки. Очевидно, что уровень развития отечественной промышленности, особенно его высокотехнологического сектора, т.е. ее «платежеспособный спрос» на результаты исследований и разработок, будет существенно влиять на оценку эффективности фундаментальной науки. По статистике Российского фонда фундаментальных исследований, каждый десятый завершенный проект имеет прикладной инновационный потенциал и коммерческую, рыночную перспективу. Только создав конкурентоспособную экономику, можно добиться и конкурентоспособности науки.

2. Задача управления финансированием фундаментальных исследований является частью более общей задачи управления наукой как особого сегмента национальной экономики. Актуальная задача академического сообщества, и в первую очередь руководства РАН – разработка пакета рабочих предложений для формирования научно обоснованной стратегии социально-экономического развития России.

Это далеко не тривиальная задача, так как в российской экономике есть два существенных, если не сказать важнейших, фактора-детерминанта. Они взаимосвязаны и взаимозависимы.

Во-первых – это явная структурно-функциональная недостаточность существующего «промежуточного слоя» между фундаментальной наукой и промышленностью, необходимого для создания инновационных продуктов и трансфера технологий. До постсоветского периода «промежуточный слой» состоял из отраслевых прикладных НИИ, и проектных организаций. В постсоветский период этот «промежуточный слой» практически деградировал, по отдельным направлениям необратимо деформирован и фактически утратил имевшийся научно-технический потенциал. Сейчас в разных отраслях экономики с разным уровнем эффективности функции «промежуточного слоя» выполняют технопарки, внедренческие центры, венчурные фонды, инжиниринговые центры, бизнес-инкубаторы, кластеры и отдельные сохранившиеся и приспособившиеся к новым условиям НИИ и КБ (в основном в научно-производственных объединениях).

Во-вторых – несоответствие возможностей существующей национальной информационной инфраструктуры современным требованиям новой российской экономической институциональной среды. Это важно, так как во многом основой успешного инновационного развития отраслей промышленности является использование информационных технологий. Новая парадигма экономического развития предполагает в качестве важнейшего фактора конкурентоспособности максимально широкое «вплетение» цифровых информационных технологий в ткань любых производственных, технологических и управленческих процессов.

Таким образом, вторая важная (и безальтернативная) задача – разработка эффективных механизмов (экономических, правовых) вовлечения, в той или иной форме, научных организаций РАН в модернизацию существующих отраслей российской экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мостеллер Ф., Тьюки Дж. Анализ данных и регрессия. Вып. 1. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 379 с.
2. Черепанов Е.В., Щиренко Е.Г. Применение методов многомерного анализа данных при проведении технико-экономических исследований // Техника средств связи. Сер. ТЭУ. – 1985. – № 13(17). – С. 25-29.
4. Сюттюренко О.В., Черепанов Е.В. Информатика: анализ данных и эконометрия // Средства связи. – 1986. – № 4. – С. 39-44.
5. Борисова Л.Ф., Сюттюренко О.В. Реферативный банк данных ВИНТИ РАН: перспективы постобработки информации с использованием методов анализа данных // Научно-техническая информация. Сер. 1 – 2007. – № 11. – С. 6-11.
6. Новые требования и возможности оценки результатов исследований. – URL: <http://lektsii.org/12-31-31310.html>
7. Задачи, рассматриваемые в наукометрии. – URL: <http://lektsii.org/12-31308.html>
8. Lewison G., Markusova V. Female researchers in Russia: have they become more visible? // Scientometrics. – 2011. – Vol. 89, № 1. – P. 132-152.
9. Ладный А.О. Анализ данных в задачах управления научно-техническим потенциалом. – URL: <http://it-claim.ru/Library/Books/ITS/www.book/ist6/ladni/ladni.htm>
10. Месропян В.Р., Овсянников М.В. Перспективы использования наукометрических методов в прогнозировании // Научно-техническая информация. Сер. 1. – 2014. – № 2. – С. 19-27.
11. Руководство по наукометрии: Индикаторы развития науки и технологии. – URL: <http://scienc.spb.ru/allnews/item/2929-rukovodctvo-po-naukometri>
12. Гиляревский Р.С. Информационный менеджмент: управление информацией, знанием, технологией. – СПб: Профессия, 2009. – 304 с.
13. Терелянский П.В. Системы поддержки принятия решений. Опыт проектирования: монография. – Волгоград: ВолгГТУ, 2009. – 127 с.
14. Горохов В.Г., Сюттюренко О.В. Философия управления наукой: методологические аспекты управления исследованиями и разработками. Сб. Философия управления: проблемы и стратегии. – М.: ИФРАН, 2010. – 347 с.
15. Штовба С.Д., Штовба Е.В. Индекс цитирования, учитывающий скрытую диффузию научных знаний // Научно-техническая информация. Сер. 1. – 2013. – № 7. – С. 28–31.
16. Государственное управление наукой в Российской Федерации. – URL: <http://books.house/biznes/gosudarctvennoe-upravlenie-naukoy-1>
17. Васильева В.А. Применение библиометрических методов для выявления новейших тенденций в развитии интереса в газификации биомасс // ISJ Theoretical&Science. – 2014. – Vol. 2. № 10. – P. 162-168.
18. Биктимиров М.Р., Поликарпов С.А., Щербачков А.Ю., Ефремов П.В., Солодкин Д.Л. О разработке системы сбора и использования результатов научной деятельности // Научно-техническая информация. Сер.1 – 2014. – № 8. – С. 10-14.
19. Гуськов А.Е. Российская наукометрия: обзор и исследования // Библиосфера. – 2015. – № 3. – С. 75-79.
20. В РАН заработала новая система экспертизы. – URL: <http://www.sib-science.info/ru/rus/novaya-sistema-1002217>
21. Сюттюренко О.В., Гиляревский Р.С. Использование методов наукометрии и сопоставительного анализа данных для управления научными исследованиями по тематическим направлениям // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2016. – № 12. – С. 1-12.
22. Обоснование выбора приоритетов научно-технологического развития. – URL: <http://www.protown.ru/information/hide/4500.html>
23. Родионов И.И., Гиляревский Р.С., Цветкова В.А. Информационная деятельность как инфраструктура национальной экономики. – СПб., Алетея, 2016. – 223 с.
24. Петровский А. Б., Бойченко В.С., Стернин М.Ю., Шепелев Г.И. Выбор приоритетов научно-технического развития: опыт зарубежных стран. – URL: www.isa.ru/proceedings/images/documents/2015-65-3/13-26.pdf
25. Сюттюренко О.В., Гиляревский Р.С. Задачи информационного обеспечения инновационного развития экономики и роль инжиниринга // Научно-техническая информация. Сер. 1 – 2017. – № 5. – С. 1-14.

Материал поступил в редакцию 30.08.17.

Сведения об авторах

СЮНТЮРЕНКО Олег Васильевич – доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник ВИНТИ РАН
e-mail: olegasu@mail.ru

О ДСМ-рассуждениях, применимых к объединениям подмножеств баз фактов. Часть II*

В первой части статьи (НТИ. Сер. 2. – 2017. – №11. – С. 11-25) рассмотрены четыре типа стратегий ДСМ-рассуждений, содержащие (в том числе) предикаты $M_{ag}^{\sigma}(V, \mathcal{X}, Y)$ для порождения гипотез с тернарным отношением причинности. В настоящей статье исследуются квазиаксиоматические теории (КАТ), логическими средствами которых являются ДСМ-рассуждения с различными типами стратегий и рассматриваются семантические основания КАТ.

Ключевые слова: ДСМ-рассуждения, обобщённый ДСМ-метод, предикаты сходства, правила правдоподобного вывода, квазиаксиоматические теории (КАТ), непротиворечивость КАТ, семантика КАТ

§4. Квазиаксиоматические теории с ДСМ-рассуждениями

Df. 7-2 определяет ДСМ-рассуждение посредством ДСМ-оператора $\bar{O}_{x,y}(\Omega(p))$ для $Str_{x,y}$, применимого к описаниям $\Omega(p)$, соответствующих $B\Phi(p)$, где $p = 0, 1, \dots, s$, таких, что $\Omega(0) \subset \dots \subset \Omega(s)$ и $\rho^{\sigma}(s) \geq \bar{\rho}^{\sigma}$ ($\bar{\rho}^{\sigma}$ – заданные пороги для абдуктивно-го принятия гипотез). Следовательно, Df.7-2 использует расширение языка-объекта JL, посредством которого формализуются ДСМ-рассуждения. Это расширение JL содержит термы $\Omega(p)$ и $\Delta(p)$, которые используются в определении Df.7-2 операторов $\bar{O}_{x,y}(\Omega(p))$ для последовательности $\Omega(0), \Omega(1), \dots, \Omega(s)$.

Характеризации ДСМ-рассуждений для выражения их **стабилизации** (распознавания неподвижной точки) при расширении $B\Phi(p)$, где $p = 0, 1, \dots, s$, порождают необходимость использования **метаязыка** MJL для языка-объекта JL, в котором формализуются ДСМ-рассуждения.

Далее будет введено отношение \in принадлежности гипотез множествам $\Omega(p)$ и $\Delta(p)$, а также функции, зависящие от этих множеств. Кроме того, для упорядочения $M^{\sigma-}$, $\Pi^{\sigma-}$ -предикатов, а также *п.п.в.* $-1^{(\sigma)}$ и *п.п.в.* $-2^{(\sigma)}$, ранее были введены отношения частичного порядка \geq , \succeq , $1 \succeq$ [8, 9], которые также являются средствами MJL.

Заметим, что в общепринятом в логике понимании метаязыка в MJL содержатся переводы формул JL и формулировки правил вывода.

ДСМ-метод АПНИ имеет своими компонентами условия применимости, ДСМ-рассуждения, квазиаксиоматические (открытые) теории для представления и организации знаний в интеллектуальных системах (ИС-ДСМ), метатеоретические средства характеристики предметных областей (моделей данных) и ДСМ-рассуждений, решетки ДСМ-процедур [8, 9], средства обнаружения эмпирических закономерностей (ЭЗК) в последовательностях БФ и, наконец, компьютерные интеллектуальные системы (ИС-ДСМ) [2, 3].

Указанные выше компоненты ДСМ-метода АПНИ выразимы посредством декларативных знаний [11] в квазиаксиоматических теориях (КАТ) [4, 10], характеризующих предметную область (она представлена в БФ) и её соответствие процедурам ДСМ-рассуждений.

КАТ \mathcal{F} , определенные ранее, имели следующую структуру $\mathcal{F} = \langle \Sigma, \Sigma', R \rangle$, где Σ – множество аксиом, характеризующих предметную область и представляющие процедуры рассуждений (например, индукции, аналогии и абдукции) посредством декларативного знания; Σ также содержит аксиомы структуры данных (в [4, 9, 10] были использованы в основном булевские структуры). Σ' является **открытым** множеством фактов, образующих базу фактов (БФ), и гипотез, порождаемых правдоподобными рассуждениями; \mathcal{R} – множество правил вывода – правдоподобных и дедуктивных.

* Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ, проект № 17-07-00539а

Конкретизацией идеи КАТ являются \mathcal{F} , такие, что они формализуются в языке JL, в котором формулируются ДСМ-рассуждения. Правила ДСМ-рассуждений содержатся в \mathcal{R} , а Σ' является открытым множеством фактов и гипотез, порождаемых п.п.в.-1 (индукцией) и п.п.в.-2 (аналогией). Принятие же этих гипотез осуществляется абдукцией, представленной аксиомами каузальной полноты $AKP^{(\sigma)}$ или их экзистенциальным ослаблением ($\exists^{(\sigma)}$), где $\sigma \in \{+, -\}$ [9].

В ([10], Часть II, с. 7) была сформулирована система аксиом Σ для КАТ такая, что она содержала аксиомы булевой алгебры для структуры данных и декларативное представление процедур индукции (п.п.в.-1) и процедур аналогии (п.п.в.-2).

Будем рассматривать структуру данных, образованную двумя булевыми алгебрами: $\mathcal{B}_1 = \langle 2^{U^{(1)}}, \emptyset, U^{(1)}, -, \cap, \cup \rangle$ (для объектов и подобъектов) и $\mathcal{B}_2 = \langle 2^{U^{(2)}}, \emptyset, U^{(2)}, -, \cap, \cup \rangle$ для множеств свойств, на которых заданы предикаты $X \Rightarrow_1 Y$ и $V \Rightarrow_2 W$. Аксиомы \mathcal{B}_1 и \mathcal{B}_2 образуют множество аксиом для структуры данных КАТ \mathcal{F}_a .

Сформулируем множество процедурных аксиом \mathcal{F}_{pr} для КАТ из [4, 10], соответствующих $Str_{x,y}$:

$$\begin{aligned} & A_1^+ . \forall V \forall W ((J_{(\tau, 2n)}(V \Rightarrow_2 W) \& M_{x,n}^+(V, W) \& \\ & \& \neg M_{y,n}^-(V, W)) \rightarrow J_{(1, 2n+1)}(V \Rightarrow_2 W)) \\ & A_1^- . \forall V \forall W ((J_{(\tau, 2n)}(V \Rightarrow_2 W) \& \\ & \& \neg M_{x,n}^+(V, W) \& M_{y,n}^-(V, W)) \rightarrow J_{(-1, 2n+1)}(V \Rightarrow_2 W)) \\ & A_1^0 . \forall V \forall W ((J_{(\tau, 2n)}(V \Rightarrow_2 W) \& \\ & \& M_{x,n}^+(V, W) \& M_{y,n}^-(V, W)) \rightarrow J_{(0, 2n+1)}(V \Rightarrow_2 W)) \\ & A_1^\tau . \forall V \forall W ((J_{(\tau, 2n)}(V \Rightarrow_2 W) \& \neg M_{x,n}^+(V, W) \& \\ & \& \neg M_{y,n}^-(V, W)) \rightarrow J_{(\tau, 2n+1)}(V \Rightarrow_2 W)) \\ & A_2^+ . \forall X \forall Y ((J_{(\tau, 2n+1)}(X \Rightarrow_1 Y) \& \Pi_n^+(X, Y)) \rightarrow \\ & \rightarrow J_{(1, 2n+2)}(X \Rightarrow_1 Y)) \\ & A_2^- . \forall X \forall Y ((J_{(\tau, 2n+1)}(X \Rightarrow_1 Y) \& \Pi_n^-(X, Y)) \rightarrow \\ & \rightarrow J_{(-1, 2n+2)}(X \Rightarrow_1 Y)) \\ & A_2^0 . \forall X \forall Y ((J_{(\tau, 2n+1)}(X \Rightarrow_1 Y) \& \Pi_n^0(X, Y)) \rightarrow \\ & \rightarrow J_{(0, 2n+2)}(X \Rightarrow_1 Y)) \\ & A_2^\tau . \forall X \forall Y ((J_{(\tau, 2n+1)}(X \Rightarrow_1 Y) \& \Pi_n^\tau(X, Y)) \rightarrow \\ & \rightarrow J_{(\tau, 2n+2)}(X \Rightarrow_1 Y)) \\ & A_1^\sigma, A_2^\sigma, \end{aligned}$$

где $\sigma \in \{+, -, 0, \tau\}$, являются аксиомами декларативного представления п.п.в.-1^(σ) и п.п.в.-2^(σ), соответственно.

Таким образом, аксиомы $\mathcal{F}_{pr} = \{A_1^+, A_1^-, A_1^0, A_1^\tau, A_2^+, A_2^-, A_2^0, A_2^\tau\}$ являются декларативными аксиомами, представляющими процедуры, которые реализуют конструктивно предикаты M^σ и Π^σ и соответствующие им п.п.в. (I)_{x,y} ^{σ} и (II)_{x,y} ^{σ} для $Str_{x,y}$, где $\sigma \in \{+, -, 0, \tau\}$.

Пусть Ω и Δ множества истинных элементарных формул с J-операторами для предикатов $X \Rightarrow_1 Y$ и $V \Rightarrow_2 W$, соответственно (это формулы вида $J_{\check{v}}(C \Rightarrow_1 Q)$ и $J_{\check{v}}(C' \Rightarrow_2 Q)$, где C, C', Q - константы), тогда аксиоматическая теория $\mathcal{F}'_{x,y} = \mathcal{F}_a \cup \mathcal{F}_{pr} \cup \Omega \cup \Delta$ является непротиворечивой согласно [4, с. 253] (Гл. 6. О дедуктивной имитации некоторых вариантов ДСМ-метода), так как непротиворечива \mathcal{F}_a (булевы алгебры \mathcal{B}_1 и \mathcal{B}_2)¹.

Заметим, что \mathcal{F}' является дедуктивной имитацией процесса порождения гипотез посредством ДСМ-рассуждений, а, следовательно, фрагментом метатеоретических средств ДСМ-метода АПНИ [4].

Однако рассмотрим теперь КАТ с открытым множеством Σ' и правилами правдоподобного вывода п.п.в.-1 (I)_{x,y} ^{σ} и п.п.в.-2 (II)_{x,y} ^{σ} , где $\sigma \in \{+, -, 0, \tau\}$.

К $\mathcal{F}_a \cup \mathcal{F}_{pr}$ добавим аксиомы каузальной полноты $AKP_{x,y}^{(+)}$ и $AKP_{x,y}^{(-)}$ для $Str_{x,y}$:

$$\begin{aligned} & AKP_{x,y}^{(+)} \quad \forall X \forall Y \exists V (J_{(1,0)}(X \Rightarrow_1 Y) \rightarrow \\ & \quad \exists n (J_{(1,n)}(V \Rightarrow_2 Y) \& \neg (V = \emptyset))) \\ & AKP_{x,y}^{(-)} \quad \forall X \forall Y \exists V (J_{(-1,0)}(X \Rightarrow_1 Y) \rightarrow \\ & \quad \exists n (J_{(1,n)}(V \Rightarrow_2 Y) \& \neg (V = \emptyset)))^2. \end{aligned}$$

Очевидно, что $\mathcal{F}_a \cup \mathcal{F}_{pr} \cup \Omega \cup \Delta \cup \{AKP_{x,y}^{(+)}, AKP_{x,y}^{(-)}\}$ может быть противоречивым.

Определим теперь квазиаксиоматические теории как средства представления и организации знаний в интеллектуальных системах ИС-ДСМ, реализующих ДСМ-метод АПНИ. КАТ будем определять для фиксированной стратегии $Str_{x,y}$ ДСМ-рассуждений для случаев применения M^σ - предикатов и соответствующих им п.п.в.-1^(σ) (I)_{x,y} ^{σ} , где $\sigma \in \{+, -, 0, \tau\}$.

Напомним введенные в §2 обозначения:

$$\begin{aligned} & (I)_{x,y} = \{(I)_{x,y}^+, (I)_{x,y}^-, (I)_{x,y}^0, (I)_{x,y}^\tau\}, \\ & (I)_{x,y}(\Omega(p)) = \tilde{\Delta}_{x,y}(p), \quad \bar{O}_{x,y}(\Omega(p)) = \tilde{\Omega}_{x,y}(p)^3. \end{aligned}$$

¹ **Предложение 1.** Теория $\mathcal{F}(M)$ непротиворечива (т.е. имеет модель), если только непротиворечива её «алгебраическая часть» \mathcal{F}_a [4].

² Формулу $\neg(V = \emptyset)$ можно устранить, допустив, что

$J_{(1,n)}(\emptyset \Rightarrow_2 Y) \leftrightarrow f$, где $J_{(1,n)} = \bigvee_{i=1}^n J_{(1,i)}$, а f - истинностное значение «ложь».

Df. 10-3. Базисом КАТ $\mathcal{F}_{x,y}(p)$ для стратегии ДСМ-рассуждений $Str_{x,y}$ и $B\Phi(p)$ будем называть $\tilde{\mathcal{F}}_{x,y}(p) = \langle \Sigma, \Omega(p), \mathcal{R} \rangle$, а КАТ $\mathcal{F}_{x,y}(p)$ определим посредством ДСМ-замыкания $[\tilde{\mathcal{F}}_{x,y}(p)]$ такого, что

$$[\tilde{\mathcal{F}}_{x,y}(p)] = \langle \Sigma, \tilde{\Omega}_{x,y}(p) \cup \tilde{\Delta}_{x,y}(p), \mathcal{R} \rangle,$$

где

$$\bar{\Omega}_{x,y}(\Omega(p)) = \tilde{\Omega}_{x,y}(p)$$

и

$$(I)_{x,y}(\Omega(p)) = \tilde{\Delta}_{x,y}(p),$$

$$(II)_{x,y} = \left\{ (II)^+, (II)_{x,y}^-, (II)_{x,y}^0, (II)_{x,y}^\tau \right\},$$

$$(II)_{x,y}((I)_{x,y}(\Omega_{2l}(p))) = \tilde{\Omega}_{2l+2}(p),$$

$$l = 0, 1, \dots, n+1, 0 \leq p \leq s, \text{ а } \Omega_{2n+2}(p) = \tilde{\Omega}_{x,y}(p),$$

где n – такт стабилизации ДСМ-рассуждения ($\Delta_{2n+1} = \Delta_{2n+3}$ и $\Omega_{2n+2} = \Omega_{2n+4}$). Таким образом, КАТ

$$\mathcal{F}_{x,y}(p) = [\tilde{\mathcal{F}}_{x,y}(p)].$$

Очевидно, что $[\mathcal{F}_{x,y}(p)] = \mathcal{F}_{x,y}(p)$. Семейство же КАТ, соответствующее множеству стратегий \overline{Str} ДСМ-рассуждений, обозначим посредством $\mathcal{F}(p)$, где $\mathcal{F}(p) = \left\{ \tilde{\mathcal{F}}_{x,y}(p) \mid Str_{x,y} \in \overline{Str} \right\}$.

Возникает естественный вопрос относительно непротиворечивости объединений КАТ \mathcal{F}_{x_1,y_1} и \mathcal{F}_{x_2,y_2} . Их объединения определим следующим образом:

$$\mathcal{F}_{x_1,y_1}(p) \cup \mathcal{F}_{x_2,y_2}(p) = \langle \Sigma, (\tilde{\Omega}_{x_1,y_1}(p) \cup \tilde{\Omega}_{x_2,y_2}(p)) \cup (\tilde{\Delta}_{x_1,y_1}(p) \cup \tilde{\Delta}_{x_2,y_2}(p)), \mathcal{R} \rangle.$$

Будем говорить, что $\mathcal{F}_{x_1,y_1}(p) \cup \mathcal{F}_{x_2,y_2}(p)$ непротиворечиво, если непротиворечивы $\tilde{\Omega}_{x_1,y_1}(p) \cup \tilde{\Omega}_{x_2,y_2}(p)$ и $\tilde{\Delta}_{x_1,y_1}(p) \cup \tilde{\Delta}_{x_2,y_2}(p)$:

$$Consis(\mathcal{F}_{x_1,y_1}(p) \cup \mathcal{F}_{x_2,y_2}(p)) \Leftrightarrow$$

$$Consis(\tilde{\Omega}_{x_1,y_1}(p) \cup \tilde{\Omega}_{x_2,y_2}(p)) \ \&$$

$$Consis(\tilde{\Delta}_{x_1,y_1}(p) \cup \tilde{\Delta}_{x_2,y_2}(p)).$$

ДСМ-рассуждения, использующие только M^+ - и M^- - предикаты или только M_{ag}^+ - и M_{ag}^- - предикаты будем называть **однородными** ДСМ-рассуждениями. Имеет место следующая

Лемма 1-4. Множества гипотез, порожденные **однородными** ДСМ-рассуждениями, являются **непротиворечивыми**.

Для доказательства рассмотрим п.п.в.-1 и п.п.в.-2, образующие ДСМ-рассуждения.

Результаты применения п.п.в.-1 представлены множеством $\tilde{\Delta}(p) = \tilde{\Delta}^+(p) \cup \tilde{\Delta}^-(p) \cup \tilde{\Delta}^0(p) \cup \tilde{\Delta}^\tau(p)$, где $p = 0, 1, \dots, s$. Предположим противное: порождены гипотезы такие, что $J_{\langle 1,n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q) \in \tilde{\Delta}^+(p)$ и

$J_{\langle -1,m \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q) \in \tilde{\Delta}^-(p)$, где $C' \Rightarrow_2 Q$ – «тело» гипотез, следовательно, порождена контрарная пара. Тогда $J_{\langle 1,n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q)$ и $J_{\langle -1,m \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q)$ получены применением $(I)_{x,y}^+$ и $(I)_{x,y}^-$, соответственно. Следовательно, они выведены с использованием посылок $M_{x,n}^+(C', Q) \& \neg M_{y,n}^-(C', Q)$ и $\neg M_{x,n}^+(C', Q) \& M_{y,n}^-(C', Q)$ которые противоречивы. Следовательно, не существует контрарная пара для (+)- и (-)-гипотез о причинах. Аналогичное имеет место для $(I)_{x,y}^+$, $(I)_{x,y}^0$ и $(I)_{x,y}^-$, $(I)_{x,y}^0$, так как $(I)_{x,y}^0$ использует посылку $M_{x,n}^+(C', Q) \& M_{y,n}^-(C', Q)$.

Аналогично рассмотрим однородные ДСМ-рассуждения для обобщенного ДСМ-метода АПНИ с предикатами сходства $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Y)$, где $\sigma \in \{+, -\}$.

Пусть $J_{\langle 1,n \rangle} T(C', \bar{\mathfrak{X}}, Q) \in \tilde{\Delta}_g^+(p)$ и $J_{\langle -1,m \rangle} T(C', \bar{\mathfrak{X}}_1, Q) \in \tilde{\Delta}_g^-(p)$, где $\bar{\mathfrak{X}}$ и $\bar{\mathfrak{X}}_1$ – конкретные множества тормозов (obstacle) – константы. Тогда $J_{\langle 1,n \rangle} T(C', \bar{\mathfrak{X}}, Q)$ и $J_{\langle -1,m \rangle} T(C', \bar{\mathfrak{X}}_1, Q)$ выведены посредством *п.п.в.* -1_g^σ $(I)_{x,y}^+$ и $(I)_{x,y}^-$ из посылок $M_{ag}^+(C', \bar{\mathfrak{X}}, Q) \& \neg M_{ag}^-(C', \bar{\mathfrak{X}}, Q)$ и $\neg M_{ag}^+(C', \bar{\mathfrak{X}}, Q) \& M_{ag}^-(C', \bar{\mathfrak{X}}, Q)$, соответственно, которые противоречивы. Следовательно, в $\Delta_g(p)$ не существует контрарной пары $J_{\langle 1,n \rangle} T(C', \bar{\mathfrak{X}}, Q)$, $J_{\langle -1,m \rangle} T(C', \bar{\mathfrak{X}}_1, Q)$.

Аналогично устанавливается невозможность порождения контрарных пар для *п.п.в.* $-1_g^{(0)}$ и *п.п.в.* $-1_g^{(\sigma)}$, где $\sigma \in \{+, -\}$.

Рассмотрим п.п.в.-2 и

$$\tilde{\Omega}(p) = \tilde{\Omega}^+(p) \cup \tilde{\Omega}^-(p) \cup \tilde{\Omega}^0(p) \cup \tilde{\Omega}^\tau(p).$$

$$\Pi_n^+(V, W) \Leftrightarrow$$

$$\exists X((J_{1,n}(X \Rightarrow_2 W) \& (X \subset V) \& \forall U(((U \subseteq W) \& \neg(U = \emptyset)) \rightarrow \forall Z((J_{1,n}(Z \Rightarrow_2 U) \vee J_{\langle \tau, n \rangle}(Z \Rightarrow_2 U)) \rightarrow \neg(Z \subset V))))),$$

$$\Pi_n^-(V, W) \Leftrightarrow$$

$$\exists X((J_{-1,n}(X \Rightarrow_2 W) \& (X \subset V) \& \forall U(((U \subseteq W) \& \neg(U = \emptyset)) \rightarrow \forall Z((J_{\langle -1, n \rangle}(Z \Rightarrow_2 U) \vee J_{\langle \tau, n \rangle}(Z \Rightarrow_2 U)) \rightarrow \neg(Z \subset V)))) [16].$$

Покажем, что $\tilde{\Omega}^+(p) \cup \tilde{\Omega}^-(p)$ – непротиворечиво.

Предположим, что $\langle C, Q \rangle$ выполняет $\Pi_n^+(V, W)$ и $\Pi_n^-(V, W)$, тогда

$$\Pi_n^+(C, Q) \Leftrightarrow$$

$$J_{\langle 1, n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q) \& (C' \subset C) \& \forall U(((U \subseteq Q) \& \neg(U = \emptyset)) \rightarrow \neg \exists Z((J_{\langle -1, n \rangle}(Z \Rightarrow_2 U) \vee J_{\langle 0, n \rangle}(Z \Rightarrow_2 U)) \& (Z \subset C))),$$

³ В §2 [18] рассматривался общий случай с $\bar{F} = \langle \lambda, j, \langle x, y \rangle \rangle$ вместо x, y .

$$\begin{aligned} & \Pi_n^-(C, Q) \equiv \\ & J_{\langle -1, n \rangle}(C'_1 \Rightarrow_2 Q) \& (C'_1 \subset C) \& \forall U((U \subseteq Q) \& \\ & \neg(U = \emptyset)) \rightarrow \neg \exists Z((J_{\langle 1, n \rangle}(Z \Rightarrow_2 U) \vee J_{\langle 0, n \rangle}(Z \Rightarrow_2 U))) \\ & \& (Z \subset C)). \end{aligned}$$

Очевидно, что имеем

$$\forall Z((\neg J_{\langle 1, n \rangle}(Z \Rightarrow_2 U) \& \neg J_{\langle 0, n \rangle}(Z \Rightarrow_2 U)),$$

подставив вместо Z и U , соответственно, C' и Q , получим $\neg J_{\langle 1, n \rangle}(C'_1 \Rightarrow_2 Q) \& \neg J_{\langle 0, n \rangle}(C'_1 \Rightarrow_2 Q)$, что противоречит $J_{\langle 1, n \rangle}(C'_1 \Rightarrow_2 Q)$ из $\Pi_n^+(C, Q)$.

Покажем также, что $\Pi_n^+(C, Q)$ и $\Pi_n^0(C, Q)$ – противоречивы.

$$\begin{aligned} & \Pi_n^0(X, Y) \equiv \\ & \exists V_1 \exists V_2 (J_{\langle 1, n \rangle}(V_1 \Rightarrow_2 Y) \& J_{\langle -1, n \rangle}(V_2 \Rightarrow_2 Y) \& (V_1 \subset X) \& \\ & (V_2 \subset X)) \vee \exists V (J_{\langle 0, n \rangle}(V \Rightarrow_2 Y) \& (V \subset X)), \end{aligned}$$

рассмотрим $\Pi_n^0(C, Q) \equiv \exists V_1 \exists V_2 (J_{\langle 1, n \rangle}(V_1 \Rightarrow_2 Q) \& J_{\langle -1, n \rangle}(V_2 \Rightarrow_2 Q) \& (V_1 \subset C) \& (V_2 \subset C)) \vee \exists V (J_{\langle 0, n \rangle}(V \Rightarrow_2 Q) \& (V \subset C))$.

Предположим, что $\langle C, Q \rangle$ выполняет $\Pi_n^+(V, W)$ и $\Pi_n^0(V, W)$. Тогда из истинности $\Pi_n^0(C, Q)$ следует, что имеют место (*) $J_{\langle 1, n \rangle}(C'_1 \Rightarrow_2 Q) \& J_{\langle -1, n \rangle}(C'_2 \Rightarrow_2 Q)$ или $J_{\langle 0, n \rangle}(C'_3 \Rightarrow_2 Q)$.

Из истинности $\Pi_n^+(C, Q)$ следует, что имеют место

$$\neg J_{\langle -1, n \rangle}(C'_2 \Rightarrow_2 Q) \& \neg J_{\langle 0, n \rangle}(C'_2 \Rightarrow_2 Q)$$

и

$$\neg J_{\langle -1, n \rangle}(C'_3 \Rightarrow_2 Q) \& \neg J_{\langle 0, n \rangle}(C'_3 \Rightarrow_2 Q),$$

что следует из

$$\forall U(((U \subseteq Q) \& \neg(U = \emptyset)) \rightarrow \neg \exists Z((J_{\langle -1, n \rangle}(Z \Rightarrow_2 U) \vee J_{\langle 0, n \rangle}(Z \Rightarrow_2 U))) \text{ (подформулы } \Pi_n^+(C, Q)).$$

Это противоречит условию (*) из $\Pi_n^0(C, Q)$. Следовательно, $\tilde{\Omega}^+(p) \cup \tilde{\Omega}^0(p)$ непротиворечиво.

Аналогично можно показать непротиворечивость $\tilde{\Omega}^-(p) \cup \tilde{\Omega}^0(p)$. Таким образом, Лемма 1-4 доказана.

В §2 были определены предикаты $\Pi_n^\sigma(X, Y)$ для п.п.в.-2 (выводов по аналогии), соответствующие ДСМ-рассуждениям с предикатами сходства $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Y)$, где $\sigma \in \{+, -\}$: $\Pi_{n,g}^+(X, Y) \equiv \exists V \exists \mathfrak{X}((J_{\langle 1, n \rangle} T(V, \mathfrak{X}, Y) \& (V \subset X) \& \forall U(((U \subseteq Y) \& \neg(U = \emptyset)) \rightarrow \neg \exists V_0 \exists \mathfrak{X}_0((J_{\langle -1, n \rangle} T(V_0, \mathfrak{X}_0, U) \vee J_{\langle 0, n \rangle} T(V_0, \mathfrak{X}_0, U)) \& (V_0 \subset X)))$.

Аналогично определяются $\Pi_{n,g}^-(X, Y)$ и $\Pi_{n,g}^0(X, Y)$. Утверждение Леммы 1-4 имеет место и для однородных ДСМ-рассуждений с предикатами $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Y)$.

Следствие Леммы 1-4. Объединения КАТ $\mathcal{F}_{x_1, y_1}(p) \cup \mathcal{F}_{x_2, y_2}(p)$ для однородных ДСМ-рассужде-

ний с предикатами $M_{x,n}^+(V, W)$ и $M_{y,n}^-(V, W)$ непротиворечиво для сравнимых стратегий (x_1, y_1) и (x_2, y_2) ДСМ-рассуждений.

Для доказательства достаточно рассмотреть прямые произведения решеток $IntL^+$, $IntL^-$ и дуальных решеток $Int(-L^+)$, $Int(-L^-)$ [15]. Очевидно, что наименьшие элементы этих решеток $\langle a^+, \neg(ad_2b)^- \rangle$ (для п.п.в.-1 $(I)^+$), $\langle \neg(ad_2b)^+, a^- \rangle$ (для п.п.в.-1 $(I)^-$), $\langle a^+, a^- \rangle$ (для п.п.в.-1 $(I)^0$), $\langle \neg(ad_2b)^+, \neg(ad_2b)^- \rangle$ (для п.п.в.-1 $(I)^\tau$), которым соответствуют непротиворечивые множества гипотез $\tilde{\Delta}^\sigma(p)$ (в силу Леммы 1-4), а также $\tilde{\Omega}^\sigma(p)$ (в силу Леммы 1-4 и R-корректности п.п.в.-2 [9]). Очевидно, что объединения соответствующих множеств гипотез для несравнимых Str_{x_1, y_1} и Str_{x_2, y_2} будут непротиворечивы, а, следовательно, $Consis(T_{x_1, y_1}(p) \cup \mathcal{F}_{x_2, y_2}(p))$. Таким образом, объединение всех $\mathcal{F}_{x, y}(p)$ таких, что $\mathcal{F}_{x, y}(p) \in \mathcal{F}(p) \cup \mathcal{F}(p)$ есть $Consis(\cup \mathcal{F}(p))$.

В [17, 19] было определено понятие **эмпирических закономерностей (ЭЗК)**, где ЭЗК есть эмпирический закон (ЭЗ) или эмпирическая тенденция (ЭТ), определяемые ниже и в [17, 19].

Говоря неформально, ЭЗК есть регулярность сохранения гипотез о (+)-причинах и (-)-причинах таких, что сохраняются и **правильные** предсказания при последовательном расширении баз фактов ($B\Phi(0) \subset \dots \subset B\Phi(s)$) [3, 9].

Сформулируем новую версию основных определений из [17, 19, 20], необходимых для формализации ЭЗК (и прежде всего эмпирических законов) посредством MJL – метаязыка для JL.

Заметим, что $\Omega(p)$ и $\Delta(p)$ – функции такие, что их областью определения (domain) являются множество номеров расширений БФ, а областью значений (range) являются множества порожденных гипотез о предсказаниях исследуемых эффектов и их причинах, соответственно. Функции $\Omega(p)$ и $\Delta(p)$ используем для определения функционалов степени несохранения типов истинностных значений $\xi_2^\sigma(\langle V, W \rangle, \Omega(p))$ и $\xi_1^\sigma(\langle Z, W \rangle, \Omega(p))$ для гипотез о причинах и гипотез о предсказаниях исследуемых эффектов, соответственно. Табл. 2 и 3, приводимые ниже, представляют типы истинностных значений гипотез $\sigma_i(p)$ (для гипотез о причинах) и типы истинностных значений $\Theta_i(p)$ (для гипотез о предсказаниях изучаемых эффектов), определяемые далее.

$$\sigma_i(p) = \begin{cases} \nu, & \text{если } J_{\langle \nu, n \rangle_p}(C'_i \Rightarrow_2 Q'_i) \in \tilde{\Delta}_{x, y}(p) \\ \tau, & \text{если } J_{\langle \tau, n \rangle_p}(C'_i \Rightarrow_2 Q'_i) \in \tilde{\Delta}_{x, y}(p), \\ & *, \text{ иначе} \end{cases}$$

где $\nu \in \{1, -1, 0\}$;

а $(I)_{x,y}(\Omega(p)) = \tilde{\Delta}_{x,y}(p)$ определены для фиксированной стратегии ДСМ-рассуждений $Str_{x,y}$;

$$\Theta_i(p) = \begin{cases} \nu, \text{ если } J_{\langle \nu, n_p \rangle}(C'_i \Rightarrow_1 Q'_i) \in \tilde{\Omega}_{x,y}(p) \\ \tau, \text{ если } J_{\langle \tau, n_p \rangle}(C'_i \Rightarrow_1 Q'_i) \in \tilde{\Omega}_{x,y}(p), \end{cases}$$

где $\nu \in \{1, -1, 0\}$; а $\bar{O}_{x,y}(\Omega(p)) = \tilde{\Omega}_{x,y}(p)$ для стратегии $Str_{x,y}$.

Таким образом, $\sigma_i(p)$ и $\Theta_i(p)$ есть функции такие, что $\sigma(p) = g_2(\langle V, W \rangle, \Omega(p))$ и

$$\Theta(p) = g_1(\langle Z, W \rangle, \Omega(p)):$$

$$g_2 : \Delta(\times \Omega \rightarrow \{1, -1, 0, \tau, *\},$$

где $\Delta(\times \Omega = \{\langle C'_1, Q_1 \rangle, \dots, \langle C'_m, Q_m \rangle\}$ – взаимно-однозначно соответствующие $\Delta = \{\Delta(0), \dots, \Delta(s)\}$,

где $\Omega = \{\Omega(0), \dots, \Omega(s)\}$, $\Delta(\subseteq 2^{U^{(1)}} \times 2^{U^{(2)}}$, а V – переменная, значениями которой являются подобъекты, представляющие причины, а Z – переменная, значениями которой являются объекты, содержащие причины эффектов (эффекты являются значениями переменной W).

$$g_1 : \Omega^\tau(\times \Omega \rightarrow \{1, -1, 0, \tau\},$$

где $\Omega^\tau(\times \Omega = \{\langle C_1, Q_1 \rangle, \dots, \langle C_l, Q_l \rangle\}$ взаимно-однозначно соответствующие Ω^τ – множеству высказываний вида $J_{\langle \tau, 0 \rangle}(C \Rightarrow_1 Q)$ с типом истинностных значений τ (неопределенность), заданных для предсказания; $\Omega^\tau(\subseteq 2^{U^{(1)}} \times 2^{U^{(2)}}$.

Функции g_1 и g_2 представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 2

| $g_2(\langle V, W \rangle, \Omega(p))$ | $\Omega(0) \dots \Omega(p) \dots \Omega(s)$ |
|--|---|
| $\langle C'_1, Q_1 \rangle$ | $\sigma_1(0) \dots \sigma_1(p) \dots \sigma_1(s)$ |
| \vdots | \vdots |
| $\langle C'_i, Q_i \rangle$ | $\sigma_i(0) \dots \sigma_i(p) \dots \sigma_i(s)$ |
| \vdots | \vdots |
| $\langle C'_m, Q_m \rangle$ | $\sigma_m(0) \dots \sigma_m(p) \dots \sigma_m(s)$ |

В табл. 2 $m = |\Delta(0) \cup \dots \cup \Delta(s)|$.

Таблица 3

| $g_1(\langle Z, W \rangle, \Omega(p))$ | $\Omega(0) \dots \Omega(p) \dots \Omega(s)$ |
|--|---|
| $\langle C_1, Q_1 \rangle$ | $\Theta_1(0) \dots \Theta_1(p) \dots \Theta_1(s)$ |
| \vdots | \vdots |
| $\langle C_i, Q_i \rangle$ | $\Theta_i(0) \dots \Theta_i(p) \dots \Theta_i(s)$ |
| \vdots | \vdots |
| $\langle C_l, Q_l \rangle$ | $\Theta_l(0) \dots \Theta_l(p) \dots \Theta_l(s)$ |

В табл. 3 $l = |\Omega^\tau(0)|$, где $\Omega^\tau(0)$ – множество фактов в начальной БФ (0), предложенных для предсказания.

Для табл. 2 определим

$$B_2^+(i) = \{\sigma_i(p) | (\sigma_i(p) = 1) \& (0 \leq p \leq s)\}$$

и

$$D_2^+(i) = \{\sigma_i(p) | \neg(\sigma_i(p) = 1) \& (0 \leq p \leq s)\},$$

где $i = 1, \dots, m$.

Аналогично определим $B_2^-(i)$ и $D_2^-(i)$ для $v = -1$. Соответственно, будем рассматривать $B_2^\sigma(V, W)$, $D_2^\sigma(V, W)$ для пар $\langle V, W \rangle$, где $\sigma \in \{+, -\}$.

Определим также $B_1^+(i) = \{\Theta_i(p) | \Theta_i(p) = 1\} \& (0 \leq p \leq s)$ и $D_1^+(i) = \{\Theta_i(p) | \neg(\Theta_i(p) = 1) \& (0 \leq p \leq s)\}$.

Аналогично определим $B_1^-(i)$ и $D_1^-(i)$ и будем рассматривать $B_1^\sigma(Z, W)$, $D_1^\sigma(Z, W)$ для пар $\langle Z, W \rangle$, где $\sigma \in \{+, -\}$.

Определим функционалы степени несохранения типов истинностных значений гипотез о (\pm) -причинах $J_{\langle v, n_p \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q)$, где $v = \pm 1$.

$$\text{Df.11-3. } \xi_2^\sigma(\langle V, W \rangle, \Omega(p)) = \frac{|D_2^\sigma(V, W)|}{|B_2^\sigma(V, W)|},$$

где $\sigma \in \{+, -\}$.

Аналогично определим функционалы степени несохранения типов истинностных значений гипотез о предсказаниях эффектов, представленных в БФ, $J_{\langle v, n_p \rangle}(C \Rightarrow_1 Q)$, $v = \pm 1$.

$$\text{Df.12-3. } \xi_1^\sigma(\langle Z, W \rangle, \Omega(p)) = \frac{|D_1^\sigma(Z, W)|}{|B_1^\sigma(Z, W)|},$$

где $\sigma \in \{+, -\}$.

Определим теперь функционалы сохранения типов истинностных значений для гипотез о причинах $\tilde{\xi}_2^\sigma(\langle V, W \rangle, \Omega(p))$ и гипотез о предсказаниях $\tilde{\xi}_1^\sigma(\langle Z, W \rangle, \Omega(p))$, соответственно:

Df.13-3.

$$\tilde{\xi}_2^\sigma(\langle V, W \rangle, \Omega(p)) = \begin{cases} 1 - \xi_2^\sigma(\langle V, W \rangle, \Omega(p)), \text{ если} \\ |D_2^\sigma(V, W)| < |B_2^\sigma(V, W)| \\ \#, \text{ если } |D_2^\sigma(V, W)| \geq |B_2^\sigma(V, W)| \end{cases},$$

где $\sigma \in \{+, -\}$, # обозначает, что $\tilde{\xi}_2^\sigma(\langle V, W \rangle, \Omega(p))$ не определен (т. е., является частично-определенным функционалом).

Df.14-3.

$$\tilde{\xi}_1^\sigma(\langle Z, W \rangle, \Omega(p)) = \begin{cases} 1 - \xi_1^\sigma(\langle Z, W \rangle, \Omega(p)), \text{ если} \\ |D_1^\sigma(Z, W)| < |B_1^\sigma(Z, W)| \\ \#, \text{ если } |D_1^\sigma(Z, W)| \geq |B_1^\sigma(Z, W)| \end{cases},$$

где $\sigma \in \{+, -\}$.

Таким образом, получаем следующие отображения
 $\tilde{\xi}_2^\sigma : \Delta(\times \Omega \rightarrow \mathcal{F} \cup \{0,1\})$,
 $\tilde{\xi}_1^\sigma : \Omega^\tau(\times \Omega \rightarrow \mathcal{F} \cup \{0,1\})$,
где $\sigma \in \{+, -\}$, а \mathcal{F} – множество рациональных дробей.

Очевидно, что реализация $\xi_1^\sigma(\langle Z, W \rangle, \Omega(p))$ способствует уменьшению неопределенности в данных, представленных посредством $\Omega^\tau(0)$.

В [17] была предложена формализация идеи эмпирической закономерности (ЭЗК) с использованием функционалов степени противоречивости f^σ (для гипотез о причинах) и F^σ (для гипотез о предсказаниях). Грубо говоря, ЭЗК имеет место, если сохраняется непротиворечивость множеств, порождаемых гипотез для последовательности расширяемых (вложенных) баз фактов $B\Phi(0) \subset \dots \subset B\Phi(s)$. В [19] была развита идея ЭЗК как **сохранения** типов истинностных значений порождаемых гипотез при последовательном расширении баз фактов, а в [2, 3] эта идея была реализована в интеллектуальной системе ИС-ДСМ, которая осуществляет обнаружение возможности развития сахарного диабета у больных хроническим панкреатитом. Приводимые ниже определения эмпирических законов (ЭЗ) являются модификацией и уточнением введенных ранее понятий. Далее формулируем определения эмпирических законов позитивных и негативных посредством предикатов сохранения типов истинностных значений как гипотез о причинах $L_2^\sigma(V, W)$ и так гипотез о предсказаниях $L_1^\sigma(Z, W)$ изучаемых эффектов в последовательностях расширяемых БФ ($B\Phi(0) \subset \dots \subset B\Phi(s)$), где $\sigma \in \{+, -\}$.

Нам надо определить два вида эмпирических закономерностей (ЭЗК) для последовательностей расширяемых баз фактов – **эмпирические законы (ЭЗ)** и **эмпирические тенденции (ЭТ)** [17, 19]. Конструктивный смысл определяемого понятия ЭЗК состоит в том, что ЭЗК есть сохранение синтеза трех познавательных процедур – индукции (порождение гипотез о причинах эффектов), аналогии (предсказание эффектов посредством гипотез о причинах) и абдукции (принятие гипотез о причинах и гипотез о предсказании эффектов посредством объяснения заключительной $B\Phi(s)$, где $B\Phi(0) \subset \dots \subset B\Phi(s)$). Формализация этой идеи ЭЗК осуществляется функционалами $\tilde{\xi}_1^\sigma$ и $\tilde{\xi}_2^\sigma$, посредством которых распознается **сохранение** типов истинностных значений порождаемых гипотез в последовательности вложенных $B\Phi(p)$, где $p = 0, 1, \dots, s$. С этой целью определим предикаты $L_2^\sigma(V, W)$ и $L_1^\sigma(Z, W)$, формализующие **сохранение** типов истинностных значений гипотез о причинах V эффектов W и гипотез, предсказывающих наличие (отсутствие) эффекта W у объекта Z .

В силу того, что $\sigma_i(p)$ может быть не определена для пары $\langle C'_i, Q'_i \rangle$, если соответствующая гипотеза не

порождена и не принадлежит $\Delta(p)$, т. е., $\sigma_i(p) = *$, следует определить $\tilde{\Delta}^*$ такое, что

$$\tilde{\Delta}^* = \left\{ \Delta(p) \mid \exists V \exists W (\tilde{\xi}_2^\sigma(\langle V, W \rangle, \Delta(p)) = *) \right\}.$$

Рассмотрим два случая, когда $\tilde{\Delta}^* = \emptyset$ и $\tilde{\Delta}^* \neq \emptyset$.

Пусть $\tilde{\Delta}^* = \emptyset$, тогда посредством МЛ определим предикаты $L_2^\sigma(V, W)$, $L_1^\sigma(Z, W)$, посредством которых будут определены предикаты, выражающие эмпирические законы (ЭЗ). Определения предикатов, посредством которых формализуется идея эмпирического закона как регулярности, сохраняющейся при расширении баз фактов, реализуются посредством функционалов сохранения типов истинностных значений $\tilde{\xi}_1^\sigma$ и $\tilde{\xi}_2^\sigma$, а следствием этого **сохранения** является непротиворечивость расширений множеств гипотез, которая характеризуется функционалами степени непротиворечивости множеств порожденных гипотез о причинах и гипотез о предсказаниях исследуемых эффектов в БФ, определенных в [17].

Определим функционалы

$$f^\sigma(\Delta^\sigma(p), \Delta^{\sigma_1}(q), \Delta^{\sigma_2}(q)),$$

где $\sigma, \sigma_1, \sigma_2 \in \{+, -, 0\}$, $\sigma \neq \sigma_1$,

$\sigma \neq \sigma_2, \sigma_1 \neq \sigma_2$ такие, что они соответствуют п.п.в.-1 (правилам индуктивного вывода) и характеризуют степень противоречивости множеств гипотез о причинах, выражаемых посредством предиката $V \Rightarrow_2 W$, относительно расширений $B\Phi(0)$, которыми являются $B\Phi(p)$ и $B\Phi(q)$. $B\Phi(p)$ и $B\Phi(q)$ соответствуют множества гипотез о причинах $\Delta^\sigma(p)$ и $\Delta^\sigma(q)$, где $\sigma \in \{+, -, 0\}$ [13].

$$f^+(\Delta^+(p), \Delta^-(q), \Delta^0(q)) = \frac{|\Delta^+(p) \cap (\Delta^-(q) \cup \Delta^0(q))|}{|\Delta^+(p)|},$$

$$f^-(\Delta^-(p), \Delta^+(q), \Delta^0(q)) = \frac{|\Delta^-(p) \cap (\Delta^+(q) \cup \Delta^0(q))|}{|\Delta^-(p)|},$$

$$f^0(\Delta^0(p), \Delta^+(q), \Delta^-(q)) = \frac{|\Delta^0(p) \cap (\Delta^+(q) \cup \Delta^-(q))|}{|\Delta^0(p)|}.$$

Операцию \cup объединения множеств гипотез определим стандартно, а операцию их пересечения \cap определим следующим образом [10] (Часть II):

$$C' \Rightarrow_2 Q \in \Delta^+(p) \cap (\Delta^-(q) \cup \Delta^0(q)),$$

если и только если, $J_{\langle 1, m \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q) \in \Delta^+(p)$ и $J_{\langle v, l \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q) \in (\Delta^-(q) \cup \Delta^0(q))$, где $C' \Rightarrow_2 Q$ – «тело» соответствующих гипотез. Таким образом, $\Delta^+ \cap (\Delta^-(q) \cup \Delta^0(q))$ есть пустое или непустое множество «тел» гипотез $J_{\langle 1, m \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q)$.

Аналогично определяется \cap для случаев $\Delta^-(p) \cap (\Delta^+(p) \cup \Delta^0(p))$ и $\Delta^0(p) \cap (\Delta^+(p) \cup \Delta^-(p))$.

Определим также функционалы \mathcal{F}^σ , соответствующие п.п.в.-2 (правилам вывода по аналогии), которые характеризуют степень противоречивости множеств гипотез, выразимых посредством предиката $X \Rightarrow_1 Y$, относительно расширений $B\Phi(0)$, которыми являются $B\Phi(p)$ и $B\Phi(q)$. $B\Phi(p)$ и $B\Phi(q)$ соответствуют множества гипотез о предсказаниях $\Omega(p)$ и $\Omega'(q)$ исследуемого эффекта Q.

$$\mathcal{F}^+(\Omega^+(p), \Omega^-(q), \Omega^0(q)) = \frac{|\Omega^+(p) \cap (\Omega^-(q) \cup \Omega^0(q))|}{|\Omega^+(p)|};$$

$$\mathcal{F}^-(\Omega^-(p), \Omega^+(q), \Omega^0(q)) = \frac{|\Omega^-(p) \cap (\Omega^+(q) \cup \Omega^0(q))|}{|\Omega^-(p)|};$$

$$\mathcal{F}^0(\Omega^0(p), \Omega^+(q), \Omega^-(q)) = \frac{|\Omega^0(p) \cap (\Omega^+(q) \cup \Omega^-(q))|}{|\Omega^0(p)|}.$$

Очевидно, что $0 \leq x \leq 1$, где x – значения функционалов f^σ и \mathcal{F}^σ , а $\sigma \in \{+, -, 0\}$.

В [10] (Часть II) были определены для $\sigma \in \{+, -, 0\}$ предикаты $R^\sigma(p, q)$, $\bar{R}(p, q)$ и $K^\sigma(p, q)$, $\bar{K}(p, q)$:

$$R^\sigma(p, q) \Rightarrow f^\sigma(\Delta^\sigma(p), \Delta^{\sigma_1}(q), \Delta^{\sigma_2}(q)) = 0,$$

$$K^\sigma(p, q) \Rightarrow F^\sigma(\Omega^\sigma(p), \Omega^{\sigma_1}(q), \Omega^{\sigma_2}(q)) = 0,$$

где $\sigma, \sigma_1, \sigma_2 \in \{+, -, 0\}$, $\sigma \neq \sigma_1, \sigma_2 \neq \sigma, \sigma_1 \neq \sigma_2$;

$$\bar{R}(p, q) \Rightarrow R^+(p, q) \& R^-(p, q) \& R^0(p, q),$$

$$\bar{K}(p, q) \Rightarrow K^+(p, q) \& K^-(p, q) \& K^0(p, q).$$

$\bar{R}(p, q)$ и $\bar{K}(p, q)$ являются рефлексивными и симметричными, а, следовательно, представляют отношения толерантности, формализующее сходство (similarity).

Имеется также еще одно важное условие (помимо схождения), характеризующее эмпирические закономерности, – монотонное возрастание степени абдуктивного объяснения последовательности вложенных баз фактов $B\Phi(0) \subset \dots \subset B\Phi(s)$, которым является $\rho^\sigma(0) \leq \rho^\sigma(1) \leq \dots \leq \rho^\sigma(s)$, где $\sigma \in \{+, -\}$. [20].

Сформулируем теперь предикаты сохранения типов истинностных значений гипотез $L_2^\sigma(V, W)$ и $L_1^\sigma(Z, W)$, где $\sigma \in \{+, -\}$, посредством которых определяются эмпирические законы (ЭЗ) для фиксированной стратегии $Str_{x,y}$ и последовательности расширений баз фактов $B\Phi(0) \subset \dots \subset B\Phi(s)$.

Df.15-4.

$$L_2^+(V, W) \Rightarrow \forall p \exists n \exists s (((J_{(1,2n-1)}(V \Rightarrow_2 W) \in \tilde{\Delta}_{x,y}(p)) \rightarrow \\ \rightarrow ((\tilde{\xi}_2^+(V, W), \Omega(p)) = 1) \& (\bar{\rho}^+ \leq \rho^+(s) \leq 1) \& \\ \& (0 \leq p \leq s))) \& (J_{(1,1)}(V \Rightarrow_2 W) \in \tilde{\Delta}_{x,y}(0))),$$

где $(I)_{x,y}(\Omega(0)) = \tilde{\Delta}_{x,y}(0)$,

$$(I)_{x,y}(\Omega(p)) = \tilde{\Delta}_{x,y}(p);$$

Аналогично с использованием $\tilde{\xi}_2^-(V, W), \Omega(p) = 1$ определяется предикат $L_2^-(V, W)$.

Df.16-4.

$$L_1^+(Z, W) \Rightarrow \forall p \exists n \exists s (((J_{(1,2n)}(Z \Rightarrow_1 W) \in \tilde{\Omega}_{x,y}(p)) \rightarrow \\ ((\tilde{\xi}_1^+(Z, W), \Omega(p)) = 1) \& (\bar{\rho}^+ \leq \rho^+(s) \leq 1) \& (0 \leq p \leq s) \& \\ (J_{(1,2)}(Z \Rightarrow_1 W) \in \tilde{\Omega}_{x,y}(0))),$$

где $\bar{O}_{x,y}(\Omega_{x,y}(0)) = \tilde{\Omega}_{x,y}(0)$,

$$\bar{O}_{x,y}(\Omega(p)) = \tilde{\Omega}_{x,y}(p).$$

Аналогично с использованием $\tilde{\xi}_1^-(Z, W), \Omega(p) = 1$ определяется предикат $L_1^-(Z, W)$.

Заметим, что в Df.15-4 и Df.16-4 параметр n выражает такты применения правил правдоподобного вывода (индукции – п.п.в.-1 и аналогии – п.п.в.-2), реализуемые в ДСМ-операторе $\bar{O}_{x,y}$; а $\bar{\rho}^\sigma$ – выбранный порог ($\sigma \in \{+, -\}$).

Определим теперь тернарные предикаты $L_{1,2}^\sigma(V, Z, W)$, посредством которых выражаются эмпирические законы, обнаруженные в последовательности расширяемых баз фактов для фиксированной стратегии $Str_{x,y}$.

Df.17-4.

$$L_{1,2}^\sigma(V, Z, W) \Rightarrow L_2^\sigma(V, W) \& L_1^\sigma(Z, W) \& (V \subset Z),$$

где $\sigma \in \{+, -\}$.

$L_{1,2}^\sigma(V, Z, W)$ выражает регулярность сохранения типов истинностных значений при расширении $B\Phi(p)$, где $p = 0, 1, \dots, s$, для гипотез о причинах и гипотез о предсказаниях, выразимых посредством предикатов $V \Rightarrow_2 W$ и $Z \Rightarrow_1 W$, соответственно. Это означает, что V есть (σ)-причина эффекта W такого, что объект Z обладает эффектом W , а подобъект V содержится в Z ($V \subset Z$), где $\sigma \in \{+, -\}$. Предикаты же $V \Rightarrow_2 W$ и $Z \Rightarrow_1 W$ выполняются на всех расширениях $B\Phi(0)$, т. е., для $B\Phi(0) \subset \dots \subset B\Phi(s)$, а $\bar{\rho}^\sigma \leq \rho^\sigma(s) \leq 1$. Достижимость порога $\bar{\rho}^\sigma$ означает завершение ДСМ-рассуждения, представимого ДСМ-оператором $\bar{O}_{x,y}(\Omega(p))$ и функцией степени абдуктивного объяснения $\rho^\sigma(p)$ для $B\Phi(p)$, где $\sigma \in \{+, -\}$, а $p = 0, 1, \dots, s$.

Замечание 1-4.

Предикаты $L_{1,2}^\sigma(V, Z, W)$, выражающие эмпирические законы, представляют синтез трех познавательных процедур – индукции (посредством $L_2^\sigma(V, W)$), аналогии (посредством $L_1^\sigma(Z, W)$) и абдукции (посредством $\rho^\sigma(p)$).

Сформулируем также усиления предикатов $L_{1,2}^\sigma(V, Z, W)$ посредством добавления условия **монотонного возрастания** степени абдуктивного объяснения последовательности вложенных баз фактов.

Это усиление $L_{1,2}^\sigma(V, Z, W)$ представимо предикатами $\hat{L}_{1,2}^\sigma(V, Z, W)$, где $\sigma \in \{+, -\}$.

Df.18-4.

$$\hat{L}_{1,2}^\sigma(V, Z, W) \equiv \hat{L}_2^\sigma(V, W) \& \hat{L}_1^\sigma(Z, W) \& (V \subset Z),$$

где

$$\hat{L}_2^+(V, W) \equiv$$

$$\forall p \exists n \exists s ((J_{\langle 1, 2n-1 \rangle}(V \Rightarrow_2 W) \in \tilde{\Delta}_{x,y}(p)) \rightarrow ((\tilde{\xi}_2^+((V, W), \Omega(p)) = 1) \& (\bar{\rho}^+ \leq \rho^+(s) \leq 1) \& (0 \leq p \leq s) \& (\rho^+(0) \leq \dots \leq \rho^+(s)))) \& (J_{\langle 1, 1 \rangle}(V \Rightarrow_2 W) \in \tilde{\Delta}_{x,y}(0)).$$

Аналогично определим $\hat{L}_2^-(V, W)$ и $\hat{L}_1^\sigma(Z, W)$, где $\sigma \in \{+, -\}$, а $\bar{O}_{x,y}(\Omega(p)) = \tilde{\Omega}_{x,y}(p)$, $(I)_{x,y}(\Omega(p))$.

Введенные выше определения функционалов $\tilde{\xi}_1^\sigma, \tilde{\xi}_2^\sigma$ и предикатов $L_{1,2}^\sigma(V, Z, W)$,

$\hat{L}_{1,2}^\sigma(V, Z, W)$ сформулированы для баз фактов $B\Phi(p)$ и их расширений относительно стратегий ДСМ-рассуждений $Str_{x,y}$ таких, что п.п.в.-1 не содержат предикатов обобщенного ДСМ-метода $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Y)$, а формулируются посредством M^σ -предикатов, образующих соответствующие решетки [8, 16]. Правилам же индуктивного вывода ($n.l.v. - 1^{(\sigma)}$, где $\sigma \in \{+, -, 0, \tau\}$) соответствуют прямые произведения решеток M^σ -предикатов ($\sigma \in \{+, -\}$).

Рассмотрим также случаи применения обобщенного ДСМ-метода с предикатами $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, W)$ для индуктивного вывода ($\sigma \in \{+, -\}$). Тогда в отображении $g_2(\langle V, W \rangle, \Omega(p))$ заменим $\langle V, W \rangle$ на $\langle V, \mathfrak{X}, W \rangle$, получив $g_2'(\langle V, \mathfrak{X}, W \rangle, \Omega(p))$, и заменим $\tilde{\xi}_2^\sigma(\langle V, W \rangle, \Omega(p))$ на $\tilde{\xi}_{2\bar{r}}^\sigma(\langle V, \mathfrak{X}, W \rangle, \Omega(p))$, где $\bar{r} = \langle \lambda, \langle x, y \rangle \rangle$, λ есть $g, 1$; $g, 2$ или $g, 3$, соответствующие стратегиям с предикатами $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, W)$. Очевидно, что это преобразование п.п.в. является результатом замены предикатов $V \Rightarrow_2 Y$ на предикаты $T(V, \mathfrak{X}, W)$. Соответственно сформулируем **Df.17-4'** и **Df. 18-4'**: для

$$L_{1,2\bar{r}}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Z, W) \equiv L_{2\bar{r}}^\sigma(V, \mathfrak{X}, W) \& L_{1\bar{r}}^\sigma(Z, W) \& (V \subset Z)$$

и для

$$\hat{L}_{1,2\bar{r}}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Z, W) \equiv \hat{L}_{2\bar{r}}^\sigma(V, \mathfrak{X}, W) \& \hat{L}_{1\bar{r}}^\sigma(Z, W) \& (V \subset Z)$$

– случаев, включающих применения предикатов $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, W)$, где λ есть g, j , $a, j = 1, 2, 3$.

Таким образом, получим

Df.15-4'.

$$L_2^+(V, \mathfrak{X}, W) \equiv \forall p \exists n \exists s (((J_{\langle 1, 2n-1 \rangle} T(V, \mathfrak{X}, W) \in \tilde{\Delta}_{\bar{r}}(p)) \rightarrow ((\tilde{\xi}_{2\bar{r}}^+((V, \mathfrak{X}, W), \Omega(p)) = 1) \& (\bar{\rho}^+ \leq \rho^+(s) \leq 1) \& (0 \leq p \leq s))) \& (J_{\langle 1, 1 \rangle} T(V, \mathfrak{X}, W) \in \tilde{\Delta}_{\bar{r}}(0)), \text{ где } (I)_{\bar{r}}(\Omega(0)) = \tilde{\Delta}_{\bar{r}}(0), (I)_{\bar{r}}(\Omega(p)) = \tilde{\Delta}_{\bar{r}}(p).$$

Аналогично определяется $L_2^-(V, \mathfrak{X}, W)$.

Df.16-4'.

$$L_1^+(Z, W) \equiv \forall p \exists n \exists s (((J_{\langle 1, 2n \rangle}(Z \Rightarrow_1 W) \in \tilde{\Omega}_{\bar{r}}(p)) \rightarrow ((\tilde{\xi}_{1\bar{r}}^+((Z, W), \Omega(p)) = 1) \& (\bar{\rho}^+ \leq \rho^+(s) \leq 1) \& (0 \leq p \leq s))) \& (J_{\langle 1, 2 \rangle}(Z \Rightarrow_1 W) \in \tilde{\Omega}_{\bar{r}}(0))),$$

где

$$\bar{O}_{\bar{r}}(\Omega(0)) = \tilde{\Omega}_{\bar{r}}(0),$$

$$\bar{O}_{\bar{r}}(\Omega(p)) = \tilde{\Omega}_{\bar{r}}(p),$$

$$\bar{r} = \langle \lambda, \langle x, y \rangle \rangle,$$

$$\lambda = g, j; j = 1, 2, 3$$

Аналогично определяется $L_1^-(Z, W)$. Для $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, W)$ определяются также $\hat{L}_{1,2\bar{r}}^\sigma((V, \mathfrak{X}, Z, W))$, посредством которых представляются эмпирические законы.

Замечание 2-4. Пусть Q – терм (константа), представляющий эмпирический закон (ЭЗ), тогда имеются два случая. Первый случай, когда существует единственная причина $V \text{ ЭЗ } Q$, тогда $\exists! V \forall Z L_{1,2}^\sigma(V, Z, Q)$ и $\exists! V \forall Z \hat{L}_{1,2}^\sigma(V, Z, Q)$, где $\exists! V$ – квантор «существует и притом единственная V »⁴. Второй случай, когда может существовать множество причин V для ЭЗ с эффектом Q , что представимо посредством формулы $\exists V \forall Z L_{1,2}^\sigma(V, Z, Q)$ и $\exists V \forall Z \hat{L}_{1,2}^\sigma(V, Z, Q)$. Если C' – единственная причина эффекта Q , то ЭЗ представим посредством $\forall Z L_{1,2}^\sigma(C', Z, Q)$ или $\forall Z \hat{L}_{1,2}^\sigma(C', Z, Q)$.

Если C – значение Z , то $L_{1,2}^\sigma(C', C, Q)$ или $\hat{L}_{1,2}^\sigma(C', C, Q)$ – реализации ЭЗ с причиной C' , эффектом Q и «телом» Q (или его носителем) C , где $C' \subset C$.

Замечание 3-4. В [9] было рассмотрено важное развитие ДСМ-метода, которое дополняет ДСМ-рассуждения (взаимодействие индукции, аналогии и абдукции) **ДСМ-исследованием**. ДСМ-исследование (оно представлено в [2, 3]) есть обнаружение эмпирических закономерностей (эмпирических законов или тенденций) в последовательностях расширяемых баз фактов, к которым применяется множество ДСМ-стратегий \overline{Str} . А \overline{Str} соответствуют семейства квазиаксиоматических теорий $\mathcal{F}(p) = \{F_{x,y}(p) \mid Str_{x,y} \in \overline{Str}\}$ и их последовательности для $p = 0, 1, \dots, s$.

⁴ $\exists! V \varphi(V) \equiv \exists V (\varphi(V) \& \forall Z (\varphi(Z) \rightarrow (V = Z)))$.

Для применимости ДСМ-рассуждений и автоматического порождения гипотез посредством них, необходимым условием является истинность конъюнкции $\exists V \exists W M_{x,n}^+(V, W) \& \exists V \exists W M_{y,n}^-(V, W)$. Для применимости же ДСМ-исследования необходимым условием является истинность конъюнкции $\exists X \exists Y \Pi_{x,y}^+(X, Y) \& \exists X \exists Y \Pi_{x,y}^-(X, Y)$ для некоторой стратегии ДСМ-рассуждений $Str_{x,y}$.

Так как ДСМ-исследование формализуется посредством предикатов $L_{1,2}^\sigma(V, Z, Y)$ и $L_{1,2,\bar{r}}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Z, Y)$, которые определяются как конъюнкции $L_2^\sigma(V, Y), L_1^\sigma(Z, Y)$ и $(V \subset Z)$ и, соответственно, $L_{2,\bar{r}}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Z, Y), L_{1,\bar{r}}^\sigma(V, Y)$ и $(V \subset Z)$, то естественно установить некоторые зависимости между этими тремя формулами. С этой целью докажем Утверждение 3-4 и Утверждение 4-4.

Утверждение 3-4. Для любой стратегии ДСМ-рассуждения $Str_{x,y}$ имеют место формулы

$$(1) \quad \forall V \forall Z \forall Y ((L_2^+(V, Y) \& (V \subset Z) \& \neg \exists V_0 ((J_{(-1,0)}(V_0 \Rightarrow_2 Y) \vee J_{(0,n)}(V_0 \Rightarrow_2 Y)) \& (V_0 \subset Z))) \rightarrow L_1^+(Z, Y)),$$

$$(2) \quad \forall V \forall Z \forall Y ((L_2^-(V, Y) \& (V \subset Z) \& \neg \exists V_0 ((J_{(1,n)}(V_0 \Rightarrow_2 Y) \vee J_{(0,n)}(V_0 \Rightarrow_2 Y)) \& (V_0 \subset Z))) \rightarrow L_1^-(Z, Y)).$$

Так как доказательства этих утверждений аналогичны, то рассмотрим формулу (1) с $\sigma = +$.

Пусть C', C, Q – произвольные константы, являющиеся значениями переменных V, Z, Y , соответственно. Тогда из (1) получим

$$(1') \quad (((L_2^+(C', Q) \& (C' \subset C)) \& \neg \exists V_0 ((J_{(-1,n)}(V_0 \Rightarrow_2 Q) \vee J_{(0,n)}(V_0 \Rightarrow_2 Q)) \& (V_0 \subset C))) \rightarrow L_1^+(C, Q)).$$

Для пары $\langle C', Q \rangle$ и всех p , где $p = 0, 1, \dots, s$ и всех $\Omega(p)$ $g_2(\langle C', Q \rangle, \Omega(p)) = 1$.

Пусть истинна посылка импликации (1'). Рассмотрим

$$\Pi_n^+(C, Q) \Leftrightarrow \exists V ((J_{(1,n)}(V \Rightarrow_2 Q) \& (V \subset C)) \& \neg \exists V_0 ((J_{(-1,n)}(V_0 \Rightarrow_1 Q) \vee J_{(0,n)}(V_0 \Rightarrow_1 Q)) \& (V_0 \subset C))).$$

Из определения $L_2^+(C', Q)$ для каждого p имеем $g_2(\langle C', Q \rangle, \Omega(p)) = 1$, а, следовательно $J_{(1,n)}(C' \Rightarrow_1 Q)$ истинна для каждого p , $V[J_{(1,n)}(C' \Rightarrow_1 Q)] = t$, а $J_{(1,n)}(C' \Rightarrow_1 Q) \in \tilde{\Delta}(p)$, где V – функция оценки. Следовательно, существует значение C' переменной V из $\Pi_n^+(Z, Y)$ такое, что $V = C'$, а потому истинна подформула $J_{(1,n)}(V \Rightarrow_2 Q) \& (V \subset C)$ для $V = C'$. Но, так как посылка импликации (1') истинна и

$$\neg \exists V_0 ((J_{(-1,n)}(V_0 \Rightarrow_2 Q) \vee J_{(0,n)}(V_0 \Rightarrow_2 Q)) \& (V_0 \subset C))$$

истинна, то истинно $\Pi_n^+(C, Q)$. Но, так как $g_2(\langle C', Q \rangle, \Omega(p)) = 1$ имеет место для всех $p = 0, 1, \dots, s$, в силу истинности $L_2^+(C', Q)$ (согласно предположению), то и $\Pi_n^+(C, Q)$ истинно для всех p , а потому имеет место $\tilde{\xi}_1^+(\langle C, Q \rangle, \Omega(p)) = 1$ для всех $p = 0, 1, \dots, s$, а, следовательно, истинно $L_1^+(C, Q)$, что доказывает формулу (1). Доказательство формулы (2) аналогично.

Утверждение 3-4 верно и для случаев с предикатами $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Y)$, где $\sigma \in \{+, -\}$, а $\bar{r} = \langle \lambda, \langle x, y \rangle \rangle$, $\lambda = (g, j)$, $j = 1, 2, 3$.

При $\lambda = (g, 1)$ имеем

$$\forall V \forall \mathfrak{X} \forall Z \forall Y ((L_{2,\bar{r}}^+(V, \mathfrak{X}, Z, Y) \& (V \subset Z) \& \neg \exists V_0 \exists \mathfrak{X}_0 ((J_{(-1,n)} T(V_0, \mathfrak{X}, Y) \vee J_{(0,n)} T(V_0, \mathfrak{X}, Y)) \& (V_0 \subset Z))) \rightarrow L_{1,\bar{r}}^+(Z, Y))$$

Аналогично Утверждение 3-4 и для $L_{2,\bar{r}}^-(V, \mathfrak{X}, Z, Y), L_{1,\bar{r}}^-(Z, Y)$.

При $\lambda = (g, 2)$ имеем

$$\forall V \forall \mathfrak{X} \forall Z \forall Y ((L_{2,\bar{r}}^+(V, \mathfrak{X}, Z, Y) \& (V \subset Z) \& \neg \exists V_0 \exists \mathfrak{X}_0 (J_{(-1,n)}(V_0 \Rightarrow_2 Y) \vee (J_{(0,n)} T(V_0, \mathfrak{X}, Y) \vee J_{(0,n)}(V_0 \Rightarrow_2 Y)))) \rightarrow L_{1,\bar{r}}^+(Z, Y))$$

и

$$\forall V \forall Z \forall Y ((L_{2,\bar{r}}^-(V, Y) \& (V \subset Z) \& \neg \exists V_0 \exists \mathfrak{X} (J_{(1,n)} T(V_0, \mathfrak{X}, Y) \vee (J_{(0,n)} T(V_0, \mathfrak{X}, Y) \vee J_{(0,n)}(V_0 \Rightarrow_2 Y)))) \rightarrow L_{1,\bar{r}}^-(Z, Y)).$$

Аналогичные утверждения имеют место для \bar{r} такого, что $\lambda = (g, 3)$ с $M_{x,n}^+(V, Y) \& \neg M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, Y)$ и $\neg M_{x,n}^+(V, Y) \& M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, Y)$.

Утверждение 4-4. Пусть существует единственная причина V для эмпирического закона (ЭЗ) с эффектом Q тогда имеет место

$$(1) \quad \exists! V \forall Z ((L_1^+(Z, Q) \& (V \subset Z)) \rightarrow L_2^+(V, Q)),$$

$$(2) \quad \exists! V \forall Z ((L_1^-(Z, Q) \& (V \subset Z)) \rightarrow L_2^-(V, Q)).$$

Докажем утверждение (1), утверждение (2) доказывается аналогично.

Имеем согласно условию Утверждения 4-4 истинность формулы $\exists! V \forall Z L_{1,2}^+(V, Z, Q)$, а, следовательно, истинность $\exists! V \forall Z (L_2^+(V, Q) \& L_1^+(Z, Q) \& (V \subset Z))$.

В силу единственности V получим

$$\forall Z (L_2^+(C', Q) \& L_1^+(Z, Q) \& (C' \subset Z)),$$

где C' – значение V .

Пусть C – любое значение Z , тогда истинно $L_2^+(C', Q) \& L_1^+(C, Q) \& (C' \subset C)$. Из $L_1^+(C, Q)$ в силу определения $\Pi_n^+(C, Q)$ следует истинность

$\exists V((J_{\langle 1,n \rangle}(V \Rightarrow_2 Q) \& (V \subset C) \&$

$\neg \exists X((J_{\langle -1,n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q) \vee J_{\langle 0,n \rangle}(X \Rightarrow_2 Q)) \& (X \subset C)))$.

Так как V имеет единственное значение C' , то $V = C'$ для всех расширений $B\Phi(p)$, где $p = 0, 1, \dots, s$, и, соответствующих $\Omega(p)$. Следовательно, $J_{\langle 1,n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q) \in \tilde{\Delta}(p)$ для всех $p = 0, 1, \dots, s$, а потому $\tilde{\zeta}_2^+(\langle C', Q \rangle, \Omega(p)) = 1$ – истинно для всех p , а, следовательно, истинно $L_2^+(C', Q)$, что доказывает зависимость $L_1^+(Z, Y) \& (V \subset Z)$ и $L_2^+(V, Y)$, представленную формулой (1). Аналогично доказывается и утверждение (2).

Утверждение 4-4 распространяется на случаи с применением предикатов $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Y)$, где $\sigma \in \{+, -\}$ для правил индуктивного вывода для стратегий с индексом $\bar{r} = \langle \lambda, \langle x, y \rangle \rangle$, где $\lambda = (g, j)$, $j = 1, 2, 3$.

Рассмотрим случай с $\lambda = (g, 1)$. Докажем, что имеет место $\exists! V \exists \mathfrak{X} \exists Z((L_{1,\bar{r}}^+(Z, Q) \& (V \subset Z)) \rightarrow L_{2,\bar{r}}^+(V, \mathfrak{X}, Z, Q))$.

Пусть константы C' , $\bar{\mathfrak{X}}$, C , Q выполняют $L_{2,\bar{r}}^+(V, \mathfrak{X}, Z, Y) \& L_{1,\bar{r}}^+(Z, Y) \& (V \subset Z)$, тогда получим, что истинно $L_{2,\bar{r}}^+(C', \bar{\mathfrak{X}}, C, Q) \& L_{1,\bar{r}}^+(C, Q) \& (C' \subset C)$. Таким образом, истинна $L_{1,\bar{r}}^+(C, Q) \& (C' \subset C)$. Из истинности $L_{1,\bar{r}}^+(C, Q)$ следует истинность $\Pi_{\bar{r},n}^+(C, Q)$, а, следовательно, истинно $\exists V \exists \mathfrak{X} (J_{\langle 1,n \rangle}(T(V, \mathfrak{X}, Q) \& (V \subset C)))$. В силу единственности причины V эффекта Q получим, что $\exists \mathfrak{X} (J_{\langle 1,n \rangle}(T(C', \mathfrak{X}, Q) \& (C' \subset C)))$, где C' – значение V . Пусть $\bar{\mathfrak{X}}$ – значение, тогда истинно, что $J_{\langle 1,n \rangle}(T(C', \bar{\mathfrak{X}}, Q))$.

Так как в силу определения $L_{1,\bar{r}}^+(Z, Y) g_1^+(\langle C', \bar{\mathfrak{X}}, Q \rangle, \Omega(p)) = 1$ для всех p , где 1 – тип истинностного значения «фактическая истина», то $J_{\langle 1,n \rangle}(T(C', \bar{\mathfrak{X}}, Q))$ сохраняет истинность для всех p , а, следовательно, имеет место $\tilde{\xi}_{1,\bar{r}}^+(\langle C', \bar{\mathfrak{X}}, Q \rangle, \Omega(p)) = 1$, что означает сохранение типа истинностного значения «1» (фактическая истина) для всех расширений $B\Phi(p)$. Следовательно, истинно $L_{2,\bar{r}}^+(C', \bar{\mathfrak{X}}, Q)$, что доказывает Утверждение 4-4 для $\bar{r} = \langle (g, 1), \langle x, y \rangle \rangle$.

Аналогичны доказательства для случаев $\bar{r} = \langle (g, j), \langle x, y \rangle \rangle$, где $j = 2, 3$.

В [21] были сформулированы аксиомы каузальной непротиворечивости $AKH^{(\sigma)}$ для КАТ, где $\sigma \in \{+, -\}$:

$$\begin{aligned} & \forall X \forall Y (J_{\langle 1,0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \rightarrow \neg \exists Z ((Z \subset X) \& \\ & (J_{\langle -1,n \rangle}(Z \Rightarrow_2 Y) \vee J_{\langle 0,n \rangle}(Z \Rightarrow_2 Y))) \quad , \\ & \forall X \forall Y (J_{\langle -1,0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \rightarrow \neg \exists Z ((Z \subset X) \& \\ & (J_{\langle 1,n \rangle}(Z \Rightarrow_2 Y) \vee J_{\langle 0,n \rangle}(Z \Rightarrow_2 Y))) \quad , \end{aligned}$$

где n – параметр для числа шагов п.п.в.

Следует различать два условия запрета на контрпримеры $(b)^\sigma$ – **слабое** и **сильное** ($\sigma \in \{+, -\}$). В [7] и других публикациях о ДСМ-рассуждениях использовались определения слабых условий запрета на контрпримеры:

$$\begin{aligned} & (b)^+ \forall X \forall Y (((V \subset X) \& (W \subseteq Y)) \rightarrow \\ & (J_{\langle 1,n \rangle}(X \Rightarrow_2 Y) \vee J_{\langle \tau,n \rangle}(X \Rightarrow_2 Y))), \\ & (b)^- \forall X \forall Y (((V \subset X) \& (W \subseteq Y)) \rightarrow \\ & (J_{\langle -1,n \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \vee J_{\langle \tau,n \rangle}(X \Rightarrow_1 Y))). \end{aligned}$$

Тогда получаем следующие определения M^σ -предикатов сходства с запретом на контрпримеры $M_{ab,n}^\sigma(V, W) \equiv M_{a,n}^\sigma(V, W) \& b^\sigma(V, W)$, где $\sigma \in \{+, -\}$.

Рассмотрим условия сильного запрета на контрпримеры и упростим $b^\sigma(V, W)$ для $M_{ab,n}^\sigma(V, W)$:

$$\begin{aligned} b_s^+(V, Y) & \equiv \forall X ((V \subset X) \rightarrow (J_{\langle 1,n \rangle}(X \Rightarrow_2 Y))), \\ b_s^-(V, Y) & \equiv \forall X ((V \subset X) \rightarrow (J_{\langle -1,n \rangle}(X \Rightarrow_2 Y))). \end{aligned}$$

Тогда получим следующее определение $M_{ab,n}^\sigma(V, Y) \equiv M_{a,n}^\sigma(V, Y) \& b_s^\sigma(V, Y)$, где $\sigma \in \{+, -\}$.

Для этих предикатов формулируются соответствующие правила правдоподобного вывода (п.п.в.-1 и п.п.в.-2) и доказываются следующие вспомогательные утверждения в предположении выполнимости $M_{ab,n}^\sigma(V, Y)$:

$$\begin{aligned} & (b_s^+) \forall X \forall Y (M_{ab,n}^+(V, Y) \rightarrow \neg M_{ab,n}^-(V, Y)), \\ & (b_s^-) \forall X \forall Y (M_{ab,n}^-(V, Y) \rightarrow \neg M_{ab,n}^+(V, Y)). \end{aligned}$$

Докажем (b_s^+) , так как (b_s^-) доказывается аналогично.

Для произвольных констант C и Q рассмотрим $M_{ab,n}^+(C, Q)$ и $\neg M_{ab,n}^-(C, Q)$,

$$\begin{aligned} & \text{где } M_{ab,n}^+(V, Y) \equiv M_{a,n}^+(V, Y) \& b_s^+(V, Y), \\ & \text{а } M_{ab,n}^-(V, Y) \equiv M_{a,n}^-(V, Y) \& b_s^-(V, Y). \end{aligned}$$

Имеем $M_{ab,n}^+(V, Y) \rightarrow \neg M_{ab,n}^-(V, Y)$, тогда получим

$$\begin{aligned} & \neg M_{a,n}^+(C, Q) \vee \neg M_{a,n}^-(C, Q) \vee \\ & \neg \forall X ((C \subset X) \rightarrow (J_{\langle 1,n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q))) \vee \\ & \neg \forall X ((C \subset X) \rightarrow (J_{\langle -1,n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q))) \leftrightarrow \\ & \neg M_{a,n}^+(C, Q) \vee \neg M_{a,n}^-(C, Q) \vee \\ & \exists X \neg (\neg(C \subset X) \vee (J_{\langle 1,n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q))) \vee \\ & \exists X \neg (\neg(C \subset X) \vee (J_{\langle -1,n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q))) \leftrightarrow \\ & \neg M_{a,n}^+(C, Q) \vee \neg M_{a,n}^-(C, Q) \vee \\ & \exists X ((C \subset X) \& \neg (J_{\langle 1,n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q))) \vee \\ & \exists X ((C \subset X) \& \neg (J_{\langle -1,n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q))) \leftrightarrow \\ & \neg M_{a,n}^+(C, Q) \vee \neg M_{a,n}^-(C, Q) \vee \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \exists X((C \subset X) \& (\neg J_{\langle 1, n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q)) \vee \\ & \neg(J_{\langle -1, n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q))) \leftrightarrow \neg M_{a, n}^+(C, Q) \vee \neg M_{a, n}^-(C, Q) \vee \\ & \exists X((C \subset X) \& (J_{\langle -1, n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q) \vee J_{\langle 0, n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q) \vee \\ & J_{\langle \tau, n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q) \vee J_{\langle 1, n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q) \vee J_{\langle 0, n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q) \vee \\ & J_{\langle \tau, n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q)) \leftrightarrow \\ & \neg(M_{a, n}^+(C, Q) \& M_{a, n}^-(C, Q)) \vee \exists X(C \subset X), \end{aligned}$$

так как

$$\begin{aligned} & \forall X(J_{\langle 1, n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q) \vee J_{\langle -1, n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q) \vee \\ & J_{\langle 0, n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q) \vee J_{\langle \tau, n \rangle}(X \Rightarrow_1 Q)) \leftrightarrow t. \end{aligned}$$

В силу определения $M_{a, n}^\sigma(V, Y) \exists X(C \subset X) \leftrightarrow t$, что доказывает (b_s^σ) в предположении выполнимости $M_{ab_s, n}^+(V, Y)$ (соответственно, $M_{ab_s, n}^-(V, Y)$ для (b_s^-)).

Таким образом, из выполнимости $M_{ab_s, n}^\sigma(V, Y)$ следует (b_s^σ) , где $\sigma \in \{+, -\}$.

Заметим, что для слабых условий запрета на контрпримеры $(b)^\sigma$ аналогичные утверждения неверны.

Рассмотрим зависимости между правилами индуктивного вывода с запретом на контрпримеры $n.n.в_{ab}^{(\sigma)} - 1$, где $\sigma \in \{+, -, \tau\}$ и $AKH^{(\sigma)}$, где $\sigma \in \{+, -\}$; а также $n.n.в - 1_{ab}^{(\sigma)}$ и $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Y)$. С этой целью докажем следующие ниже утверждения.

Утверждение 5-4. Из тестов T^σ на применимость $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Y)$ следует ложность аксиом каузальной непротиворечивости $AKH^{(\sigma)} : T_1^\sigma \rightarrow \neg AKH^{(\sigma)}$, где $\sigma \in \{+, -\}$.

Доказательство от противного. Предположим, что истина $AKH^{(+)}$ (доказательство для случая $\sigma = -$ является аналогичным):

$$\begin{aligned} & \forall X \forall Y (J_{\langle 1, 0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \rightarrow \neg \exists Z ((Z \subset X) \& \\ & (J_{\langle -1, n \rangle}(Z \Rightarrow_2 Y) \vee J_{\langle 0, n \rangle}(Z \Rightarrow_2 Y))), \end{aligned}$$

тогда для любых C, Q, C' имеет место

$$\begin{aligned} & (J_{\langle 1, 0 \rangle}(C \Rightarrow_1 Q) \rightarrow \neg((C' \subset C) \& \\ & (J_{\langle -1, n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q) \vee J_{\langle 0, n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q))) \leftrightarrow \\ & (J_{\langle 1, 0 \rangle}(C \Rightarrow_1 Q) \rightarrow \\ & (\neg(C' \subset C) \vee \neg(J_{\langle -1, n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q) \vee J_{\langle 0, n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q))))); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Рассмотрим } T_1^+ : \exists X \exists Y \exists V_0 (J_{\langle 1, 0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \& \\ & J_{\langle -1, n \rangle}(V_0 \Rightarrow_2 Y) \& (V_0 \subset X)) \end{aligned}$$

Из T_1^+ получим

$$(J_{\langle 1, 0 \rangle}(C \Rightarrow_1 Q) \& J_{\langle -1, n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q) \& (C' \subset C)),$$

а из $AKH^{(+)}$ следует

$$\begin{aligned} & (J_{\langle 1, 0 \rangle}(C \Rightarrow_1 Q) \rightarrow (\neg(C' \subset C) \vee (\neg J_{\langle -1, n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q) \& \\ & \neg J_{\langle 0, n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q)))) \end{aligned}$$

Тогда имеем противоречие

$$\neg J_{\langle -1, n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q) \& (C' \subset C)$$

и

$$\neg(C' \subset C) \vee (\neg J_{\langle -1, n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q) \& \neg J_{\langle 0, n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q)),$$

что доказывает $T_1^+ \rightarrow \neg AKH^+$

Утверждение 6-4. $\forall V \forall \mathfrak{X} \forall Y M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Y) \rightarrow T_1^\sigma$, где $\sigma \in \{+, -\}$.

Из определения предиката $M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, Y)$ следует существование X, Y и Z таких, что $J_{\langle 1, 0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \& J_{\langle -1, n \rangle}(Z \Rightarrow_2 Y) \& (Z \subset X)$.

Из Утверждений 5-4 и 6-4 следует

Утверждение 7-4. $\forall V \forall \mathfrak{X} \forall Y M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Y) \rightarrow \neg AKH^{(\sigma)}$, где $\sigma \in \{+, -\}$.

Следовательно, $AKH^{(\sigma)} \rightarrow \exists V \exists \mathfrak{X} \exists Y \neg M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Y)$.

Утверждение 8-4. Из применимости правил индуктивного вывода для стратегий ДСМ-рассуждений с предикатом $M_{ab, n}^\sigma(V, Y)$ следует истинность аксиомы каузальной непротиворечивости $AKH^{(\sigma)}$, где $\sigma \in \{+, -\}$.

Покажем, что из $n.n.в - 1_{ab}^{(+)}$ следует $AKH^{(+)}$ (доказательство для $\sigma = -$ является аналогичным). Рассмотрим

$$\begin{aligned} & \forall V \forall Y ((J_{\langle \tau, n \rangle}(V \Rightarrow_2 Y) \& M_{ab, n}^+(V, Y) \& \\ & \neg M_{y, n}^-(V, Y)) \rightarrow AKH^{(+)}). \end{aligned}$$

От противного: пусть $\neg AKH^{(+)}$, тогда получим $(J_{\langle 1, 0 \rangle}(C \Rightarrow_1 Q) \& (C' \subset C) \&$

$$\begin{aligned} & J_{\langle -1, n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q)) \vee (J_{\langle 1, 0 \rangle}(C \Rightarrow_1 Q) \& (C' \subset C) \& \\ & J_{\langle 0, n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q)). \end{aligned}$$

$AKH^{(+)}$ формулируется для всех стратегий $Str_{x, y}$ ДСМ-рассуждений, поэтому рассмотрим $Str_{ab, y}$ с М-предикатами $M_{ab, n}^+(V, Y)$ и $M_{y, n}(V, Y)$. Из $J_{\langle -1, n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q)$ следует $\neg M_{ab, n}^+(C', Q) \& M_{y, n}^-(C', Q)$, а из $J_{\langle 0, n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q)$ следует $M_{ab, n}^+(C', Q) \& M_{y, n}^-(C', Q)$, что противоречит применимости $n.n.в - 1_{ab}^{(+)}$ - истинности $M_{ab, n}^+(C', Q) \& \neg M_{y, n}^-(C', Q)$.

Из утверждений 8-4 и 7-4 следует

Утверждение 9-4.

$$\begin{aligned} & \forall V \forall Y ((J_{\langle \tau, n \rangle}(V \Rightarrow_2 Y) \& M_{ab, n}^+(V, Y) \& \neg M_{y, n}^-(V, Y)) \rightarrow \\ & \exists V \exists \mathfrak{X} \exists Y \neg M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, Y), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \forall V \forall Y ((J_{\langle \tau, n \rangle}(V \Rightarrow_2 Y) \& \neg M_{x, n}^+(V, Y) \& M_{ab, n}^-(V, Y)) \rightarrow \\ & \exists V \exists \mathfrak{X} \exists Y \neg M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, Y). \end{aligned}$$

Таким образом, из применимости правил индуктивного вывода для $\sigma \in \{+, -\}$ *н.п.в.* $-1_{ab}^{(\sigma)}$ с предикатами $M_{ab,n}^\sigma(V, Y)$ следует ложность $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Y)$ для некоторых V, \mathfrak{X}, Y .

Рассмотрим один из вариантов квазиаксиоматических теорий (КАТ) $\mathcal{F}_{(g,1)}$ с правилами индуктивного вывода (п.п.в.-1), использующими предикаты $M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, Y)$ и $M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, Y)$. Индексом этих предикатов являются $\bar{r} = \langle (g, 1), \langle x, y \rangle \rangle$ такие, что $x \in \{a^+, (ad_0)^+, (ad_2)^+\}$ и $y \in \{a^-, (ad_0)^-, (ad_2)^-\}$, что следует из Утверждения 1-3: *н.п.в.* $-1_{ab}^{(\sigma)}$ не применимы ($\sigma \in \{+, -\}$).

Приведем аксиомы $\mathcal{F}_{(g,1)}$ для произвольных, но фиксированных $Str_{x,y}$ с индексом $\bar{r} = \langle (g, 1), \langle x, y \rangle \rangle$ у предикатов $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Y)$ и $\Pi_{\bar{r}}^\sigma(X, Y)$.

$$\begin{aligned}
& A_{1,\bar{r}}^+ \cdot \forall V \forall W \forall ((J_{(\tau,2n)} T(V, \mathfrak{X}, W) \& M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, W) \& \\
& \neg M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, W)) \rightarrow J_{\langle 1,2n+1 \rangle} T(V, \mathfrak{X}, W))^5 \\
& A_{1,\bar{r}}^- \cdot \forall V \forall W \forall \mathfrak{X} ((J_{(\tau,2n)} T(V, \mathfrak{X}, W) \& \neg M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, W) \& \\
& M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, W)) \rightarrow J_{\langle -1,2n+1 \rangle} T(V, \mathfrak{X}, W)) \\
& A_{1,\bar{r}}^0 \cdot \forall V \forall W \forall ((J_{(\tau,2n)} T(V, \mathfrak{X}, W) \& M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, W) \& \\
& M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, W)) \rightarrow J_{\langle 0,2n+1 \rangle} T(V, \mathfrak{X}, W)) \\
& A_{1,\bar{r}}^\tau \cdot \forall V \forall W \forall \mathfrak{X} ((J_{(\tau,2n)} T(V, \mathfrak{X}, W) \& \neg M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, W) \& \\
& \neg M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, W)) \rightarrow J_{\langle \tau,2n+1 \rangle} T(V, \mathfrak{X}, W)) \\
& A_{2,\bar{r}}^+ \cdot \forall X \forall Y ((J_{(\tau,2n+1)} (X \Rightarrow_1 Y) \& \Pi_{n,\bar{r}}^+(X, Y)) \rightarrow \\
& J_{\langle 1,2n+2 \rangle} (X \Rightarrow_1 Y)) \\
& A_{2,\bar{r}}^- \cdot \forall X \forall Y ((J_{(\tau,2n+1)} (X \Rightarrow_1 Y) \& \Pi_{n,\bar{r}}^-(X, Y)) \rightarrow \\
& J_{\langle -1,2n+2 \rangle} (X \Rightarrow_1 Y)) \\
& A_{2,\bar{r}}^0 \cdot \forall X \forall Y ((J_{(\tau,2n+1)} (X \Rightarrow_1 Y) \& \Pi_{n,\bar{r}}^0(X, Y)) \rightarrow \\
& J_{\langle 0,2n+2 \rangle} (X \Rightarrow_1 Y)) \\
& A_{2,\bar{r}}^\tau \cdot \forall X \forall Y ((J_{(\tau,2n+1)} (X \Rightarrow_1 Y) \& \Pi_{n,\bar{r}}^\tau(X, Y)) \rightarrow \\
& J_{\langle \tau,2n+2 \rangle} (X \Rightarrow_1 Y)) \\
& A_{3,\bar{r}}^+ \cdot \exists X \exists Y \Pi_{n,\bar{r}}^+(X, Y) \\
& A_{4,\bar{r}}^- \cdot \exists X \exists Y \Pi_{n,\bar{r}}^-(X, Y) \\
& A_{1,(x,y)}^+ \cdot \forall V \forall W ((J_{(\tau,2m)} (V \Rightarrow_2 W) \& M_{x,m}^+(V, W) \& \\
& \neg M_{y,m}^-(V, W)) \rightarrow J_{\langle 1,2m+1 \rangle} (V \Rightarrow_2 W))
\end{aligned}$$

⁵ Ради простоты записи опустим у $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, W)$ индекс \bar{r} . Заметим также, что $\langle 1, 2n+1 \rangle$ есть индекс, порожденный гипотезами $J_{\langle 1,2n+1 \rangle} (V \Rightarrow_2 W)$ из определения

$$M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, W)$$

$$\begin{aligned}
& A_{1,(x,y)}^- \cdot \forall V \forall W ((J_{(\tau,2m)} (V \Rightarrow_2 W) \& \neg M_{x,m}^+(V, W) \& \\
& M_{y,m}^-(V, W)) \rightarrow J_{\langle -1,2m+1 \rangle} (V \Rightarrow_2 W)) \\
& A_{1,(x,y)}^0 \cdot \forall V \forall W ((J_{(\tau,2m)} (V \Rightarrow_2 W) \& M_{x,m}^+(V, W) \& \\
& M_{y,m}^-(V, W)) \rightarrow J_{\langle 1,2m+1 \rangle} (V \Rightarrow_2 W)) \\
& A_{1,(x,y)}^\tau \cdot \forall V \forall W ((J_{(\tau,2m)} (V \Rightarrow_2 W) (V \Rightarrow_2 W) \& \\
& \neg M_{x,m}^+(V, W) \& \neg M_{y,m}^-(V, W)) \rightarrow J_{\langle \tau,2m+1 \rangle} (V \Rightarrow_2 W)) \\
& A_{8,(x,y)}^+ \cdot \forall X \forall Y \forall V_1 \forall V_2 (J_{\langle 1,0 \rangle} (X \Rightarrow_1 Y) \& (V_1 \subset X) \& \\
& (V_2 \subset X) \& J_{\langle 1,n \rangle} (V_1 \Rightarrow_2 Y) \& J_{\langle -1,n \rangle} (V_2 \Rightarrow_2 Y)) \rightarrow \\
& (\exists Z_2 Ob^-(Z_2, V_2) \& \neg \exists Z_1 Ob^+(Z_1, V_1))) \\
& A_{8,(x,y)}^- \cdot \forall X \forall Y \forall V_1 \forall V_2 (J_{\langle -1,0 \rangle} (X \Rightarrow_1 Y) \& (V_1 \subset X) \& \\
& (V_2 \subset X) \& J_{\langle -1,n \rangle} (V_1 \Rightarrow_2 Y) \& J_{\langle 1,n \rangle} (V_2 \Rightarrow_2 Y)) \rightarrow \\
& (\exists Z_2 Ob^+(Z_2, V_2) \& \neg \exists Z_1 Ob^-(Z_1, V_1)))
\end{aligned}$$

Правила правдоподобного вывода:

(I) $_{\bar{r}}^\sigma$ (для индукции),

(II) $_{\bar{r}}^\sigma$ (для аналогии), где $\sigma \in \{+, -, 0, \tau\}$,

а $\bar{r} = \langle (g, 1), \langle x, y \rangle \rangle$, $x \in \{a^+, (ad_0)^+, (ad_2)^+\}$,

$y \in \{a^-, (ad_0)^-, (ad_2)^-\}$.

(I) $_{x,y}^\sigma$ (для индукции)

(II) $_{x,y}^\sigma$ (для аналогии), где $\sigma \in \{+, -, 0, \tau\}$,

а $x \in \{a^+, (ad_0)^+, (ad_2)^+\}$, $y \in \{a^-, (ad_0)^-, (ad_2)^-\}$.

Замечание 4-4. Из определений $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, W)$ следует, что выполнимость этих предикатов предполагает выполнимость посылок *н.п.в.* $-1_{(x,y)}^{(\sigma)}$ для фиксированной стратегии $Str_{x,y}$, порождающей гипотезы о (\pm)-причинах. В этом смысле порождение гипотез для обобщенного ДСМ-метода с тернарными предикатами причинности $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, W)$, распознающими **тормоза** (препятствия причин), имеет **два уровня** и является глубинным анализом данных.

Ограничения же $Str_{x,y}$, исключающие применения *н.п.в.* $-1_{x_i,y_i}^{(+)}$ и *н.п.в.* $-1_{x_i,y_i}^{(-)}$, которые содержат условия $(b)^+$ и $(b)^-$ запрета на контрпримеры, следуют из доказанных выше утверждений (в частности, Утверждения 9-4).

Из замечания 4-4 следует применимость $Str_{x,y}$ в КАТ $\mathcal{F}_{\bar{r}}$, где $\bar{r} = \langle (g, 1), \langle x, y \rangle \rangle$, к $B\Phi = B\Phi_g^+ \cup B\Phi_g^- \cup B\Phi_b^+ \cup B\Phi_b^-$

Замечание 5-4. Из Замечания 4-4 следует необходимость уточнения **реальности** применения *н.п.в.* $-1^{(\sigma)}$ для ДСМ-рассуждений, применяющих предикаты $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, W)$.

1. ДСМ-рассуждения с индексом $\bar{r} = \langle (g,1), \langle x,y \rangle \rangle$ для предикатов $M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, W)$, $M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, W)$ применимы к $B\Phi = B\Phi_g^+ \cup B\Phi_g^- \cup B\Phi_b^+ \cup B\Phi_b^-$.

2. ДСМ-рассуждения с индексом $\bar{r} = \langle (g,2), \langle x,y \rangle \rangle$ для предикатов $M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, W)$, $M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, W)$ применимы для $B\Phi = B\Phi_g^+ \cup B\Phi_b^+ \cup B\Phi_b^-$.

3. ДСМ-рассуждения с индексом $\bar{r} = \langle (g,3), \langle x,y \rangle \rangle$ для предикатов $M_{x,n}^+(V, W)$, $M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, W)$ применимы для $B\Phi = B\Phi_b^+ \cup B\Phi_g^- \cup B\Phi_b^-$.

Таким образом, имеются четыре реальных объединения подмножеств БФ, соответствующих применению ДСМ-рассуждений с предикатами $M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, W)$, $M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, W)$; $M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, W)$, $M_{y,n}^-(V, W)$; $M_{x,n}^+(V, W)$, $M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, W)$; $M_{x,n}^+(V, W)$, $M_{y,n}^-(V, W)$, соответственно. В табл. 1 им соответствуют случаи (1), (3), (9) и (11). Случай (11) есть $B\Phi = B\Phi_b^+ \cup B\Phi_b^-$ допускает применение *н.п.в.* $-1_{(x,y)}^{(\sigma)}$ с условиями $(b)^\sigma$ запрета на контрпримеры.

Замечание 6-4. Из определений предикатов $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, W)$, где $\sigma \in \{+, -\}$, следует последовательное применение индуктивных правил вывода *н.п.в.* $-1_{(x,y)}^{(\sigma)}$, где $\sigma \in \{+, -0, \tau\}$ для $Str_{x,y}$ и $x \in \{a^+, (ad_0)^+, (ad_2)^+\}$, $y \in \{a^-, (ad_0)^-, (ad_2)^-\}$ и последующее применение *н.п.в.* $-1_{\bar{r}}^{(\sigma)}$, где $\bar{r} = \langle (g, j), \langle x, y \rangle \rangle$, а $j = 1, 2, 3$. Таким образом, выполнимость $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, W)$ реализуется последовательным применением $(I)_{x,y}^\sigma$ и $(I)_{\bar{r}}^\sigma$ для фиксированной стратегии ДСМ-рассуждений $Str_{x,y}$.

КАТ $\mathcal{F}_{\bar{r}}$ имеет также правила дедуктивного вывода двузначной логики предикатов.

$\mathcal{F}_{\bar{r}}$ может быть расширена до $\mathcal{F}_{\bar{r}}'$ добавлением аксиом каузальной полноты $AK\Pi_{\bar{r}}^{(+)}$ и $AK\Pi_{\bar{r}}^{(-)}$.

$$A_{6,\bar{r}}^+ \cdot \forall X \forall Y \exists V \exists \mathfrak{X} (J_{(1,0)}(X \Rightarrow_1 Y) \rightarrow \exists n (J_{(1,n)} T(V, \mathfrak{X}, Y) \& (V \subset X)))$$

$$A_{6,\bar{r}}^- \cdot \forall X \forall Y \exists V \exists \mathfrak{X} (J_{(-1,0)}(X \Rightarrow_1 Y) \rightarrow \exists n (J_{(-1,n)} T(V, \mathfrak{X}, Y) \& (V \subset X)))$$

Выясним, имеют ли модели $\mathcal{F}_{\bar{r}}$ и $\mathcal{F}_{\bar{r}}'$. С этой целью используем следующие вспомогательные обозначения для универсума $U^{(1)}$ объектов и подобъектов, и универсума свойств $U^{(2)}$, где $U^{(1)} = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, P, R, S\}$ $U^{(2)} = \{Q\}$.

Напомним, что в определении $M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, Y)$ V , Z_0, Z – переменные для (+)-причины, (-)-причины и тормоза (-)-причины, соответственно; а V_1, Z_1, Z_2 – переменные в определении $M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, Y)$ для (-)-причины, (+)-причины и тормоза (+)-причины, соответственно.

Зададим $\Omega(0) = \Omega^+(0) \cup \Omega^-(0) \cup \Omega^\tau(0)$, соответствующие $B\Phi(0) = B\Phi^+(0) \cup B\Phi^-(0) \cup B\Phi^\tau(0)$.

Ради удобства записи подмножества индивидуальных констант из $U^{(1)}$ будем представлять (кодировать) словами, считая $U^{(1)}$ их алфавитом (при этом исключим повторы букв). Тогда построим следующий пример БФ(0) и соответствующих ей $\Omega^\sigma(0)$, где $\sigma \in \{+, -, \tau\}$:

$$m1. J_{(1,0)}(ABCDGJ \Rightarrow_1 Q)$$

$$m2. J_{(1,0)}(ABCDGF \Rightarrow_1 Q)$$

$$m3. J_{(\tau,0)}(ABCDR \Rightarrow_1 Q)$$

$$m4. J_{(1,0)}(ABS \Rightarrow_1 Q)$$

$$m5. J_{(1,0)}(ABL \Rightarrow_1 Q)$$

$$m6. J_{(-1,0)}(CDI \Rightarrow_1 Q)$$

$$m7. J_{(-1,0)}(CDJ \Rightarrow_1 Q)$$

$$m8. J_{(-1,0)}(MRPENS \Rightarrow_1 Q)$$

$$m9. J_{(-1,0)}(MRPENH \Rightarrow_1 Q)$$

$$m10. J_{(\tau,0)}(MRPEDH \Rightarrow_1 Q)$$

$$m11. J_{(-1,0)}(MRL \Rightarrow_1 Q)$$

$$m12. J_{(-1,0)}(MRF \Rightarrow_1 Q)$$

$$m13. J_{(1,0)}(PEK \Rightarrow_1 Q)$$

$$m14. J_{(1,0)}(PEI \Rightarrow_1 Q)$$

$$m15. J_{(\tau,0)}(ABMRS \Rightarrow_1 Q)^0$$

$$m16. J_{(\tau,0)}(ABCDM \Rightarrow_1 Q)^0$$

$$m17. J_{(\tau,0)}(ABCDGS \Rightarrow_1 Q)^+$$

$$m18. J_{(\tau,0)}(HIS \Rightarrow_1 Q)^\tau$$

$$m19. J_{(\tau,0)}(MRPENH \Rightarrow_1 Q)^-$$

$$m20. J_{(1,1)} T(AB, G, Q) [m1, m2]$$

$$m21. J_{(1,1)}(AB \Rightarrow_2 Q) [m4, m5]$$

$$m22. J_{(-1,1)}(CD \Rightarrow_2 Q) [m6, m7]$$

$$m23. J_{(-1,1)} T(MR, N, Q) [m8, m9]$$

$$m24. J_{(-1,1)}(MR \Rightarrow_2 Q) [m11, m12]$$

$$m25. J_{(-1,1)}(PE \Rightarrow_2 Q) [m13, m14]$$

$$m26. J_{(0,2)}(ABCD \Rightarrow_1 Q) [m3, m21, m22]$$

$$m27. J_{(0,2)}(MRPEDH \Rightarrow_1 Q) [m10, m24, m25]$$

- m28. $J_{(0,2)}(ABCDM \Rightarrow_1 Q)$ [m16,m21,m22]
m29. $J_{(1,2)}(ABCDGS \Rightarrow_1 Q)$ [m17,m20]
m30. $J_{(\tau,2)}(HJS \Rightarrow_1 Q)$ [m18,m21,m22,m24,m25]
m31. $J_{(-1,2)}(MRPENH \Rightarrow_1 Q)$ [m19,m23]

$$\tilde{\Delta}_T \cup \tilde{\Delta} = \{m20 - m25\}$$

$$\tilde{\Omega} = \{m26 - m31\}.$$

Рассмотрим $KAT \mathcal{F}_{\bar{r}}''$ с индексом $\bar{r} = \langle (g,1), \langle x,y \rangle \rangle$ и ядром, образованным аксиомами $A_{1,\bar{r}}^\sigma, A_{2,\bar{r}}^\sigma, A_{1,(x,y)}^\sigma$, где $\sigma \in \{+, -, 0, \tau\}$, $A_{7,(x,y)}^+, A_{7,(x,y)}^-, A_{3,\bar{r}}, A_{4,\bar{r}}, A_{5,\bar{r}}^+, A_{5,\bar{r}}^-$ и $A_{8,\bar{r}}^\sigma$ ($\sigma \in \{+, -\}$), где

$$A_{5,(x,y)}^+ \forall X \forall Y \exists V (J_{(1,0)}(X \Rightarrow_1 Y) \rightarrow \exists n (J_{(1,n)}(V \Rightarrow_2 Y) \& (V \subset X)))$$

$$A_{5,(x,y)}^- \forall X \forall Y \exists V (J_{(-1,0)}(X \Rightarrow_1 Y) \rightarrow \exists n (J_{(-1,n)}(V \Rightarrow_2 Y) \& (V \subset X))).$$

Сформулируем семантические основания $KAT \mathcal{F}_{\bar{r}}''$ с перечисленными выше аксиомами и правилами правдоподобного вывода $(I)_{\bar{r}}^\sigma, (II)_{\bar{r}}^\sigma$ и $(I)_{x,y}^\sigma, (II)_{x,y}^\sigma$, где $\bar{r} = \langle (g,1), \langle x,y \rangle \rangle$, $\sigma \in \{+, -, 0, \tau\}$,

а $x \in \{a^+, (ad_0)^+, (ad_2)^+\}$, $y \in \{a^-, (ad_0)^-, (ad_2)^-\}$ [8].

Так как термы языка JL образованы посредством операций булевых алгебр множеств \mathcal{B}_1 и \mathcal{B}_2 , то семантика Sem KAT представима посредством алгебраической системы [22], состоящей из реляционных систем \mathcal{R} , \mathcal{R}_T и булевых алгебр \mathcal{B}_1 , \mathcal{B}_2 ,

$$\text{где } \mathcal{R} = \langle 2^{U^{(1)}} \times 2^{U^{(2)}}, \Rightarrow_1, \Rightarrow_2 \rangle,$$

а $\mathcal{R}_T = \langle 2^{U^{(1)}} \times 2^{2^{U^{(1)}}} \times 2^{U^{(2)}}, T \rangle$, где тернарное отношение T представимо предикатом $T(V, \mathcal{X}, Y)$, V – причина эффекта Y при отсутствии тормозов (препятствий) из множества (заметим, что может быть одноэлементным множеством).

Определим конструктивно в MJL бинарные отношения, содержащиеся в БФ следующим образом:

$$R_{T_1^+}^+ = B\Phi_{T_1^+}^+ = \{ \langle X, Y \rangle \mid \exists V_0 \exists n (J_{(1,0)}(X \Rightarrow_1 Y) \& J_{(-1,n)}(V_0 \Rightarrow_2 Y) \& (V_0 \subset X)) \},$$

$R_{T_1^+}^+$ – отношение, соответствующее тесту T_1^+ на применимость $M_{ag}^+(V, \mathcal{X}, Y)$;

$$R_{T_1^-}^- = B\Phi_{T_1^-}^- = \{ \langle X, Y \rangle \mid \exists V_0 \exists n (J_{(-1,n)}(X \Rightarrow_1 Y) \& J_{(1,n)}(V_0 \Rightarrow_2 Y) \& (V_0 \subset X)) \},$$

$R_{T_1^-}^-$ – отношение, соответствующее тесту T_1^- на применимость $M_{ag}^-(V, \mathcal{X}, Y)$;

$R_{T_2^+}^+ = B\Phi_{T_2^+}^+ = \{ \langle X, Y \rangle \mid \exists V_0 \exists V \exists n (J_{(1,n)}(X \Rightarrow_1 Y) \& J_{(-1,n)}(V_0 \Rightarrow_2 Y) \& (V_0 \subset X) \& J_{(1,n)}(V \Rightarrow_2 Y) \& (V \subset X)) \}$,
 $R_{T_2^+}^+$ – отношение, соответствующее усиленному тесту T_2^+ на применимость $M_{ag}^+(V, \mathcal{X}, Y)$ (аналогично определяется $R_{T_2^-}^-$);

$R_{\bar{r}}^+ = B\Phi_{\bar{r}}^+ = \{ \langle X, Y \rangle \mid \exists V \exists (J_{(1,0)}(X \Rightarrow_1 Y) \& M_{ag}^+(V, \mathcal{X}, Y) \& (V \subset X)) \}$, где $\bar{r} = \langle (g,1), \langle x,y \rangle \rangle$, а $R_{\bar{r}}^+$ – отношение **выполнимости** $M_{ag}^+(V, \mathcal{X}, Y)$; аналогично определяется $R_{\bar{r}}^-$.

Замечание 7-4. Отношения $R_{T_1}^\sigma$ соответствуют аксиомам (\exists^σ) для каузально неполных БФ, а $R_{T_2}^\sigma$ соответствуют **каузально полным** БФ, аксиоматизацию которых представляют $KAT \mathcal{F}_{\bar{r}}^{\sigma\sigma}$

Заметим также, что все определенные выше отношения имеют место для каждого расширения начальной базы фактов БФ(0). Для этих расширений введем обозначения $R_{T_1}^\sigma(p), R_{T_2}^\sigma(p), R_{\bar{r}}^\sigma(p)$, где $\sigma \in \{+, -\}$.

Уточним также введенное в §1 обозначение $B\Phi_b$ баз фактов таких, что не применимы предикаты $M_{ag}^\sigma(V, \mathcal{X}, Y)$ ⁶. Рассмотрим $R_x^+ = B\Phi_x^+ = B\Phi^+ - B\Phi_{T_1^+}^+$ и $R_y^- = B\Phi_y^- = B\Phi^- - B\Phi_{T_1^-}^-$. Таким образом, $\mathcal{F}_{\bar{r}}^{\sigma\sigma}$ с ДСМ-рассуждениями, применяющими предикаты $M_{ag}^\sigma(V, \mathcal{X}, Y)$, соответствует

$$B\Phi = B\Phi_{T_2^+}^+ \cup B\Phi_{T_2^-}^- \cup B\Phi_x^+ \cup B\Phi_y^-,$$

где индекс $\bar{r} = \langle (g,1), \langle x,y \rangle \rangle$, а x и y не содержат имен $(b)^+$ и $(b)^-$ условий запрета на контрпримеры, соответственно.

Очевидно, что имеют место следующие включения: $R_{\bar{r}}^\sigma \subseteq R_{T_2}^\sigma \subseteq R_{T_1}^\sigma \subseteq R^\sigma$, где $\sigma \in \{+, -\}$, $R^\sigma = B\Phi^\sigma$.

Определим также отношение $R^\tau = B\Phi^\tau = \{ \langle X, Y \rangle \mid J_{(1,\tau)}(X \Rightarrow_1 Y) \}$. Таким образом, $R = B\Phi = B\Phi^+ \cup B\Phi^- \cup B\Phi^\tau$, т. е., $R = R^+ \cup R^- \cup R^\tau$, где $R_{T_1^+}^+ \subseteq R^+$ и

$R_{T_1^-}^- \subseteq R^-$. Элементы отношений R^σ , где $\sigma \in \{+, -, \tau\}$

будем обозначать посредством помеченных пар $\langle C, Q \rangle^\sigma$, где C, Q – соответствующие константы. Определим также расширения отношений R^σ в результате ДСМ-рассуждений с применением п.п.в.-1 и

п.п.в.-2, обозначаемые посредством \bar{R}^σ , где $\bar{R}^+ = \{ \langle X, Y \rangle \mid \exists n (J_{(1,n)}(X \Rightarrow_1 Y) \& (n \geq 2)) \}$,

$\bar{R}^- = \{ \langle X, Y \rangle \mid \exists n (J_{(-1,n)}(X \Rightarrow_1 Y) \& (n \geq 2)) \}$,

$\bar{R}^\tau = \{ \langle X, Y \rangle \mid \exists n (J_{(\tau,n)}(X \Rightarrow_1 Y) \& (n \geq 2)) \}$.

⁶ Часть I настоящей статьи в [18]

Определим также отношение

$$\bar{R}^0 = \{ \langle X, Y \rangle \mid \exists n (J_{(0,n)}(X \Rightarrow_1 Y) \& (n \geq 2)) \}$$

и будем рассматривать, соответственно, помеченные пары $\langle C, Q \rangle^0$, принадлежащие \bar{R}^0 .

Заметим, что каждому \bar{R}^σ , где $\sigma \in \{+, -, 0, \tau\}$, взаимно-однозначно (one-to-one) соответствуют множества $\tilde{\Omega}^\sigma(p)$ элементарных высказываний $J_{(v,n)}(C \Rightarrow_1 Q)$ и $J_{(\tau,n)}(C \Rightarrow_1 Q)$, где $v \in \{1, -1, 0\}$ такие, что

$$\bar{O}_{x,y}(\Omega(p)) = \tilde{\Omega}^+(p) \cup \tilde{\Omega}^-(p) \cup \tilde{\Omega}^0(p) \cup \tilde{\Omega}^\tau(p),$$

где $\Omega(p) = \Omega^+(p) \cup \Omega^-(p) \cup \Omega^\tau(p)$, p – номер БФ(p), а $\Omega^\tau(p)$ есть множество всех заданных $J_{(\tau,n)}(C \Rightarrow_1 Q)$.

Следует добавить, что R^τ зависят от параметра p , обозначающего номер расширения начальной БФ(0), аналогично: R^σ также зависят от параметра p , а потому корректным обозначением этих отношений будет $R^\sigma(p)$, где $\sigma \in \{+, -, 0, \tau\}$, а $p = 0, 1, \dots, s$ (s – номер заключительной БФ(s) в последовательности расширяемых БФ для обнаружения эмпирических закономерностей). Элементы $R^\sigma(p)$ будем обозначать посредством $\langle C, Q \rangle_p^\sigma$.

Заметим, что $R^\sigma(0) \subset R^\sigma(1) \subset \dots \subset R^\sigma(s)$ для $p = 0, 1, \dots, s$ и $\sigma \in \{+, -\}$, но $R^\tau(s) \subseteq R^\tau(s-1) \subseteq \dots \subseteq R^\tau(0)$.

Далее определим отношения, порожденные предикатами причинности $V \Rightarrow_2 W$ и $T(V, \mathfrak{X}, W)$.

$$P^\tau = \{ \langle V, W \rangle \mid J_{(\tau,0)}(V \Rightarrow_2 W) \},$$

$$P^\sigma = \{ \langle V, W \rangle \mid \exists n (J_{(v,n)}(V \Rightarrow_2 W)) \& (n \geq 1) \},$$

где

$$\nu = \begin{cases} 1, & \text{если } \sigma = + \\ -1, & \text{если } \sigma = - \\ 0, & \text{если } \sigma = 0 \end{cases}$$

Множества $\Delta^\tau(p)$ и $\tilde{\Delta}^\sigma(p)$ представляют P^τ и P^σ , соответственно.

Определяем также $T^\tau = \{ \langle V, \mathfrak{X}, W \rangle \mid J_{(\tau,0)} T(V, \mathfrak{X}, W) \}$ и $T^\sigma = \{ \langle V, \mathfrak{X}, W \rangle \mid \exists n (J_{(v,n)} T(V, \mathfrak{X}, W) \& (n \geq 1)) \}$, а множества $\Delta_T^\tau(p)$ и $\tilde{\Delta}_T^\sigma(p)$ представляют T^τ и T^σ , соответственно, для ДСМ-рассуждения (ДСМ-оператора $\bar{O}_{x,y}(\Omega(p))$), реализующего предикаты $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, W)$,

где $\sigma \in \{+, -\}$: $\bar{O}_{x,y}^T(\Omega(p)) = \tilde{\Omega}_T^+(p) \cup \tilde{\Omega}_T^-(p) \cup \tilde{\Omega}_T^0(p) \cup \tilde{\Omega}_T^\tau(p)$.

Помеченные элементы отношений P^σ и T^σ для фиксированной стратегии ДСМ-рассуждений $Str_{x,y}$ обозначим, соответственно, посредством $\langle C', Q \rangle^\sigma$ и $\langle C', \mathfrak{Q} \rangle^\sigma$, где C', \mathfrak{X}, Q – константы, а $\sigma \in \{+, -, 0, \tau\}$.

Df.19-4. Определим теперь функцию оценки $V[\varphi]$ формул φ языка JL, в котором выразимы ДСМ-рассуждения.

1⁰. Зададим оценки элементарных формул

$$J_{(v,n)}(C \Rightarrow_1 Q), J_{(\tau,n)}(C \Rightarrow_1 Q) \text{ и } J_{(\tau,n)}(C' \Rightarrow_2 Q)$$

$$n = 0: V[J_{(v,0)}(C \Rightarrow_1 Q)] = t(f),$$

для $V[J_{(\tau,0)}(C \Rightarrow_1 Q)] = t$, где $v \in \{1, -1\}$;

$$V[J_{(\tau,0)}(C' \Rightarrow_2 Q)] = t$$

2⁰. для формул $X = X_i$, $V \subset X$, $X_i \cap X_j = V$,

$X_i \cup X_j = Z$ $V[\varphi]$ определяется стандартным образом для соответствующих значений переменных;

3⁰. если φ и ψ формулы JL, то $V[\neg\varphi]$, $V[(\varphi \& \psi)]$, $V[(\varphi \vee \psi)]$, $V[(\varphi \rightarrow \psi)]$ определяются также стандартным образом;

4⁰. $V[J_{(v,m)}(C \Rightarrow_1 Q)] = t$, если существует m такое, что $\langle C, Q \rangle^\sigma \in \{ \langle X, Y \rangle \mid \Pi_{\bar{r}}^\sigma(X, Y) \}$,

$$\sigma = \begin{cases} +, & \text{если } v = 1 \\ -, & \text{если } v = -1, \\ 0, & \text{если } v = 0 \end{cases}$$

где $a \bar{r} = \langle (\lambda, j), \langle x, y \rangle \rangle$, $\lambda \in \{ \bar{z}, g \}$, $\bar{z} = g$

или $\bar{z} = \langle x, y \rangle$ и $j = 4$ (при $\bar{z} = g$ $j = 1, 2, 3$);

5⁰. в противном случае $V[J_{(v,m)}(C \Rightarrow_1 Q)] = f$;

6⁰. $V[J_{(\tau,m)}(C \Rightarrow_1 Q)] = t$, если существует m та-

кое, что $\langle C, Q \rangle^\tau \in \{ \langle X, Y \rangle \mid \Pi_{\bar{r}}^\tau(X, Y) \}$;

7⁰. в противном случае $V[J_{(\tau,m)}(C \Rightarrow_1 Q)] = f$;

8⁰. $V[J_{(v,m)}(C' \Rightarrow_2 Q)] = t$, если $(I)_{(x,y)}^\sigma(\Omega(p)) = \tilde{\Omega}^\sigma$

и $J_{(v,m)}(C' \Rightarrow_2 Q) \in \tilde{\Omega}^\sigma$, где $\sigma = \begin{cases} +, & \text{если } \nu = 1 \\ -, & \text{если } \nu = -1 \\ 0, & \text{если } \nu = 0 \end{cases}$

9⁰. в противном случае $V[J_{(v,m)}(C' \Rightarrow_2 Q)] = f$;

10⁰. $V[J_{(\tau,m)}(C' \Rightarrow_2 Q)] = t$, если $(I)_{(x,y)}^\tau(\Omega(p)) = \tilde{\Omega}^\tau$

и $J_{(\tau,m)}(C' \Rightarrow_2 Q) \in \tilde{\Omega}^\tau$;

11⁰. в противном случае $V[J_{(\tau,m)}(C' \Rightarrow_2 Q)] = f$;

12⁰. если $\varphi(X)$ – формула JL такая, что X входит в φ свободно, то $V[\forall X \varphi(X)] = t$, если и только если $V[\varphi(c)] = t$ для всех C таких, что $C \in 2^{U^{(1)}}$, а $\varphi(C)$ есть результат подстановки константы C вместо вхождений X в φ ;

13⁰. если $\varphi(Y)$ – формула JL такая, что Y входит в φ свободно, то $V[\forall Y \varphi(Y)] = t$, если и только если $V[\varphi(Q)] = t$ для всех Q таких, что $Q \in 2^{U^{(2)}}$, а $\varphi(Q)$ есть результат подстановки константы Q вместо вхождений Y в φ ;

14⁰. если $\varphi(\mathfrak{X})$ – формула JL такая, что \mathfrak{X} входит свободно в φ , то $V[\forall \mathfrak{X} \varphi(\mathfrak{X})]=t$, если и только если $V[\varphi(\bar{\mathfrak{X}})]=t$ для всех $\bar{\mathfrak{X}}$ таких, что $\bar{\mathfrak{X}} \in 2^{U^{(1)}}$, а $\varphi(\bar{\mathfrak{X}})$ есть результат подстановки константы $\bar{\mathfrak{X}}$ вместо вхождений в φ ;

15⁰. если $\varphi(X)$ – формула JL такая, что X входит в φ свободно, то $V[\exists x\varphi(X)]=t$, если и только если существует C такая, что $C \in 2^{U^{(1)}}$ и $V[\varphi(C)]=t$;

16⁰. если $\varphi(Y)$ – формула JL такая, что Y входит в ϕ свободно, то $V[\exists y\varphi(Y)]=t$, если и только если существует Q такая, что $Q \in 2^{U^{(2)}}$ и $V[\varphi(Q)]=t$;

17⁰. если $\varphi(\mathfrak{X})$ – формула JL такая, что \mathfrak{X} входит в φ свободно, то $V[\exists \mathfrak{X} \varphi(\mathfrak{X})]=t$, если и только если существует константа $\bar{\mathfrak{X}}$ такая, что $\bar{\mathfrak{X}} \in 2^{U^{(2)}}$ и $V[\varphi(\bar{\mathfrak{X}})]=t$;

18⁰. если $\varphi(m)$ – формула и m входит в φ свободно, то $V[\exists m\varphi(m)]=t$, если и только если существует \bar{m} такая, что $\bar{m} \in N$, где N – множество натуральных чисел и $V[\varphi(\bar{m})]=t$.

Уточним строения БФ для $\bar{r} = \langle (g,1), \langle x,y \rangle \rangle$, где $x \in \{a^+, (ad_0)^+, (ad_2)^+\}$, $y \in \{a^-, (ad_0)^-, (ad_2)^-\}$ [15].

Рассмотрим случай с приведенными выше $U^{(1)}$ и $U^{(2)}$ и $\Omega(0) = \Omega^+(0) \cup \Omega^-(0) \cup \Omega^0(0)$ ИС с применением ДСМ-рассуждений с двумя шагами правдоподобного вывода п.п.в.-1, п.п.в.-2 и $n=2$, $\bar{O}_r(\Omega(0)) = \tilde{\Omega}$, где $\tilde{\Omega} = \{m26, m28, m29, m30, m31\}$, $(I)_{\bar{r}}(\Omega(0)) = \tilde{\Delta}_T \cup \tilde{\Delta}$, где $\tilde{\Delta}_T = \{m20, m23\}$, $\tilde{\Delta} = \{m21, m22, m24, m25, m26, m27, m28, m29, m30, m31\}$.

Замечание 8-4. Ранее введенные обозначения $B\Phi_b^+$ и $B\Phi_b^-$ заменим на $B\Phi_x^+$ и $B\Phi_y^-$, соответственно, исключив условия запрета на контрпримеры $(b)^+$ и $(b)^-$. Возможен более общий случай с $\tilde{x} = x \cup \bar{x}, \tilde{y} = y \cup \bar{y}$, где \bar{x}, \bar{y} включают условия $(b)^+$ и $(b)^-$.

Можно проверить, что приведенный выше абстрактный пример БФ является таким, что $B\Phi = B\Phi_{T_1^+}^+ \cup B\Phi_x^+ \cup B\Phi_{T_1^-}^- \cup B\Phi_y^- \cup B\Phi^T$, т. е.: $R = R_{T_1^+}^+ \cup R_{T_1^-}^- \cup R_x^+ \cup R_y^- \cup R^T$, где $R = \text{БФ}$. Очевидно, что ДСМ-оператор $\bar{O}_r(\Omega(0))$ преобразует R в \bar{R} , где $\bar{R} = \bar{R}_{T_1^+}^+ \cup \bar{R}_{T_1^-}^- \cup \bar{R}_x^+ \cup \bar{R}_y^- \cup \bar{R}^T \cup R$, где $\bar{R}^T \subseteq R^T$; R соответствует ядру КАТ \mathcal{F} , а \bar{R} соответствует Pl – замыканию ядра $[F]$, полученному применением п.п.в.-1 (правил индуктивного вывода) и п.п.в.-2 (правил вывода по аналогии), посредством

последовательно применяемого ДСМ-оператора \bar{O}_r к $\Omega(0)$. Очевидно, что в общем случае рассматривается множество $\Omega(p)$, где $p = 0, 1, \dots, s$ и $B\Phi(0) \subset \dots \subset B\Phi(p) \subset \dots \subset B\Phi(s)$. Применение правил дедуктивного вывода двузначной логики высказываний и логики предикатов $k[F]$ является дедуктивным замыканием, обозначаемым посредством $[[F]]_d$.

Напомним, что общий вид ядра КАТ для $Str_{x,y}$

$$\mathcal{F}_{x,y} = \mathcal{F}_a \cup \mathcal{F}_{pr} \cup \Omega \cup \Delta^T [1],$$

тогда $[\mathcal{F}_{x,y}] = \mathcal{F}_a \cup \mathcal{F}_{pr} \cup \tilde{\Omega}(p) \cup \tilde{\Delta}(p)$ для $B\Phi(p)$, где $p = 0, 1, \dots, s$, $\bar{O}_{x,y}(\Omega(p)) = \tilde{\Omega}(p)$, $(I)_{x,y}(\Omega(p)) = \tilde{\Delta}(p)$, а $(I)_{x,y} = \left\{ (I)_{x,y}^+, (I)_{x,y}^-, (I)_{x,y}^0, (I)_{x,y}^\tau \right\}$ – множество п.п.в.-1 (правил индуктивного вывода).

Семантическими основаниями КАТ (это было отмечено выше) являются алгебраические системы [22], состоящие из булевых алгебр $\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2$ и реляционных системы \mathcal{R} или \mathcal{R}_T . Таким образом, $Sem(\mathcal{F}_{x,y}) = \{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2, \mathcal{R}\}$ и $Sem_T(\mathcal{F}_{x,y}) = \{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2, \mathcal{R}_T\}$.

Определим теперь выполнимость формул КАТ и множеств формул КАТ в Sem и Sem_T . Введем для этого метапредикат \models .

Df. 20-4. Будем говорить, что формула КАТ φ и множество формул КАТ Σ выполнимы в Sem и Sem_T , если:

- (1) $V_{\mathcal{R}}[\varphi] = t, V_{\mathcal{R}_T}[\varphi] = t$;
- (2) $\exists V_{\mathcal{R}} \forall \varphi ((\varphi \in \Sigma) \rightarrow V_{\mathcal{R}}[\varphi] = t)$,
- (3) $\exists V_{\mathcal{R}_T} \forall \varphi ((\varphi \in \Sigma) \rightarrow V_{\mathcal{R}_T}[\varphi] = t)$.

Соответственно, будем писать:

$$Sem \models \varphi, Sem_T \models \varphi, Sem \models \Sigma, Sem_T \models \Sigma.$$

Если φ и Σ невыполнимы в Sem или Sem_T , то будем писать $\neg(Sem \models \varphi), \neg(Sem_T \models \varphi), \neg(Sem \models \Sigma)$ и $\neg(Sem_T \models \Sigma)$.

Df.21-4. Будем говорить, что КАТ \mathcal{F} и \mathcal{F}_T непротиворечивы, если $Sem \models [F]$ и $Sem_T \models [F_T]$, где \mathcal{F}_T – КАТ, содержащая $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, W)$, где $\sigma \in \{+, -\}$. Соответственно, будем писать $Consis(\mathcal{F})$ и $Consis(\mathcal{F}_T)$.

Рассмотрим ниже абстрактные примеры КАТ $\mathfrak{S}_{\bar{r}}$, $\mathfrak{S}_{\bar{r}}'$ и $\mathfrak{S}_{\bar{r}}''$ и покажем, что $Sem_T \models \mathfrak{S}_{\bar{r}}, \neg(Sem_T \models \mathfrak{S}_{\bar{r}}')$, $Sem_T \models \mathfrak{S}_{\bar{r}}''$, где $\bar{r} = \langle (g,1), \langle a^+, a^- \rangle \rangle$.

$$\text{Аксиомы } \mathcal{F}_{\bar{r}}: A_{1,\bar{r}}^\sigma, A_{2,\bar{r}}^\sigma, A_{1,(x,y)}^\sigma, A_{2,(x,y)}^\sigma,$$

где $\sigma \in \{+, -, 0, \tau\}$; $A_{3,\bar{r}}, A_{4,\bar{r}}, A_{5,\bar{r}}^+, A_{5,\bar{r}}^-, A_{7,\bar{r}}^+, A_{7,\bar{r}}^-$;

где

$$A_{2,(x,y)}^+ \forall X \forall Y ((J_{(\tau,2n+1)}(X \Rightarrow_1 Y) \& \Pi_{n,(x,y)}^+(X, Y)) \rightarrow J_{(1,2n+2)}(X \Rightarrow_1 Y)),$$

$$A_{2,(x,y)}^- \forall X \forall Y ((J_{(\tau,2n+1)}(X \Rightarrow_1 Y) \& \Pi_{n,(x,y)}^-(X, Y)) \rightarrow J_{\langle -1, 2n+2 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y)),$$

$$A_{2,(x,y)}^0 \forall X \forall Y ((J_{(\tau,2n+1)}(X \Rightarrow_1 Y) \& \Pi_{n,(x,y)}^0(X, Y)) \rightarrow J_{\langle 0, 2n+2 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y)),$$

$$A_{2,(x,y)}^+ \forall X \forall Y ((J_{(\tau,2n+1)}(X \Rightarrow_1 Y) \& \Pi_{n,(x,y)}^+(X, Y)) \rightarrow J_{\langle \tau, 2n+2 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y)),$$

Правила правдоподобного вывода (п.п.в.): $(I)_{x,y}^\sigma$, $(II)_{x,y}^\sigma$; $(I)_{\bar{r}}^\sigma$, $(II)_{\bar{r}}^\sigma$, где $\sigma \in \{+, -, 0, \tau\}$, $\bar{r} = \langle (g, 1), \langle x, y \rangle \rangle$.

Аксиомы $\mathfrak{S}_{\bar{r}}'$: аксиомы $\mathfrak{S}_{\bar{r}}$ и $A_{6,\bar{r}}^+$, $A_{6,\bar{r}}^-$, где $\bar{r} = \langle (g, 1), \langle x, y \rangle \rangle$, п.п.в. $(I)_{x,y}^\sigma$, $(II)_{x,y}^\sigma$; $(I)_{\bar{r}}^\sigma$, $(II)_{\bar{r}}^\sigma$, где $\sigma \in \{+, -, 0, \tau\}$.

Аксиомы $\mathfrak{S}_{\bar{r}}''$: аксиомы $\mathfrak{S}_{\bar{r}}$ и $A_{7,(x,y)}^+$, $A_{7,(x,y)}^-$, п.п.в. $(I)_{x,y}^\sigma$, $(II)_{x,y}^\sigma$; $(I)_{\bar{r}}^\sigma$, $(II)_{\bar{r}}^\sigma$.

Таким образом, $\mathfrak{S}_{\bar{r}}'$ есть расширение $\mathfrak{S}_{\bar{r}}$ посредством АКП $_{\bar{r}}^\sigma$ ($A_{6,\bar{r}}^\sigma$), где $\sigma \in \{+, -\}$; а $\mathfrak{S}_{\bar{r}}''$ есть расширение $\mathfrak{S}_{\bar{r}}$ посредством АКП $^\sigma$ ($A_{7,(x,y)}^\sigma$), где $\sigma \in \{+, -\}$.

Имеет место следующее

Утверждение 10-4.

(1) Квазиаксиоматическая теория $\mathfrak{S}_{\bar{r}}$ **непротиворечива**: $Consis(\mathfrak{S}_{\bar{r}})$, где $\bar{r} = \langle (g, 1), \langle x, y \rangle \rangle$;

(2) Квазиаксиоматическая теория $\mathfrak{S}_{\bar{r}}'$ **противоречива**: $\neg Consis(\mathfrak{S}_{\bar{r}}')$, где $\bar{r} = \langle (g, 1), \langle x, y \rangle \rangle$;

(3) Квазиаксиоматическая теория $\mathfrak{S}_{\bar{r}}''$ **непротиворечива**: $Consis(\mathfrak{S}_{\bar{r}}'')$, где $\bar{r} = \langle (g, 1), \langle x, y \rangle \rangle$

(1) Покажем, что $Consis(\mathfrak{S}_{\bar{r}})$,

где $x \in \{a^+, (ad_0)^+, (ad_2)^+\}$,

а $y \in \{a^-, (ad_0)^-, (ad_2)^-\}$.

Замечание 9-4. При сохранении определения контрарных пар для $J_{\langle \nu, n \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q)$, $J_{\langle \mu, m \rangle}(C' \Rightarrow_2 Q)$ и $J_{\langle \nu, n \rangle}(C \Rightarrow_1 Q)$, $J_{\langle \mu, m \rangle}(C \Rightarrow_1 Q)$, где $\nu \neq \mu$ и $\nu, \mu \in \{+, -, 0\}$, $M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}_1, Y) \& M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}_2, Y)$ являются противоречивой, а поэтому $A_{1,\bar{r}}^0$ является тривиально истинным высказыванием, следовательно, $A_{1,\bar{r}}^0$ надо устранить из системы аксиом КАТ $\mathfrak{S}_{x,y}$. Установим истинность остальных аксиом КАТ $\mathfrak{S}_{(a,a)}$, для $\overline{Sem} = \{Sem, Sem_T\}$.

Рассмотрим случай $x=a^+$, $y=a^-$, а, следовательно, $\bar{r} = \langle (g, 1), \langle a, a \rangle \rangle$, $Sem_{(a,a)} = \{\mathfrak{B}_1, \mathfrak{B}_2, \mathfrak{R}_{(a,a)}\}$. Областью реализации аксиом КАТ $\mathfrak{S}_{(a,a)}$ будут соответствующие подмножества БФ.

Покажем, что $\overline{Sem}_{(a,a)} = A_{1,\bar{r}}^\sigma$, где $\sigma \in \{+, -, \tau\}$.

Напомним, что $\tilde{x} = x \cup \bar{x}$,

где

$$x \in \{a^+, (ad_0)^+, (ad_2)^+\},$$

$$\bar{x} \in \{(ab)^+, (ad_0b)^+, (ad_2b)^+\}, \tilde{y} = y \cup \bar{y},$$

где

$$y \in \{a^-, (ad_0)^-, (ad_2)^-\},$$

$$\bar{y} \in \{(ab)^-, (ad_0b)^-, (ad_2b)^-\};$$

$$-B\Phi_{T_1}^+ = \{\langle X, Y \rangle \mid \neg \exists V (J_{\langle 1,0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \& (V \subset X) \& J_{\langle -1,0 \rangle}(V \Rightarrow_2 Y))\},$$

$$-B\Phi_{T_1}^- = \{\langle X, Y \rangle \mid \neg \exists V (J_{\langle 1,0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \& (V \subset X) \& J_{\langle -1,0 \rangle}(V \Rightarrow_2 Y))\}.$$

Областью реализации $A_{1,\bar{r}}^\sigma$ является подмножество БФ такое, что $V_{\overline{Sem}}[A_{1,\bar{r}}^\sigma] = \text{т}$ для этого подмножества БФ.

Для $A_{1,\bar{r}}^\sigma$ $B\Phi_{\bar{r}}^{(\sigma)^+} = (B\Phi_{T_1}^+ \cup B\Phi_{\bar{y}}^- \cup B\Phi_{\tilde{x}}^+ \cap (-B\Phi_{T_1}^-))$ в силу Утверждения 1-3 и определений $M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, Y)$ и $M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, Y)$.

Покажем, что $V_{\overline{Sem}}[A_{1,(a,a)}^+] = \text{т}$ для $\bar{r} = \langle (g, 1), \langle a, a \rangle \rangle$, $x=a$, $y=a$. Пополним БФ посредством $m2'$. $J_{(\tau,0)}T(AB, G, Q)$.

Рассмотрим

$$((J_{(\tau,0)}T(AB, \{G\}, Q) \& M_{ag}^+(AB, \{G\}, Q) \& -M_{ag}^-(AB, \{G\}, Q)) \rightarrow J_{\langle 1,1 \rangle}T(AB, \{G\}, Q)).$$

Заметим, что в силу $m1$, $m2$ из $\Omega^+(0)$ для БФ $^+$ и $m6$, $m7$ из $\Omega^-(0)$ для БФ $^-$. CD^7 есть единственная (-)-причина, содержащаяся в (+)-примерах ($m1, m2$) согласно $m22$ ($J_{\langle 1,1 \rangle}(CD \Rightarrow_2 Q)$) получена посредством

$(I)_{a,a}^-$ из $m6, m7$). Поэтому выполняется $b^-(\{G\}, CD)$ и $(\exists Y)_1^+$, так как имеет место $m21$ ($J_{\langle 1,1 \rangle}(AB \Rightarrow_2 Q)$) в

силу $(I)_{a,a}^+$ и $AB \subseteq ABCDGJ$, $AB \subseteq ABCDGF$ для $m1$ и $m2$, соответственно, а также $CD \cup G \subseteq ABCDGJ$, $CD \cup G \subseteq ABCDGF$. Так как в $m3$ включается AB и CD и не включается G и $J_{(\tau,0)}(ABCDR \Rightarrow_1 Q)$, т.е.

$$\neg J_{\langle 1,0 \rangle}(ABCDR \Rightarrow_1 Q), \text{ то выполняется } (\exists Y)_1^-$$

(в $ABCDR$ не включается G : $\neg Ob^-(G, CD)$).

Так $AB \cup G \subseteq ABCDGJ$ и $AB \cup G \subseteq ABCDGF$, $CD \subseteq ABCDGJ$, $CD \subseteq ABCDGF$; $J_{\langle -1,1 \rangle}(CD \Rightarrow_2 Q)$

⁷ Напомним, что $CD = \{C, D\}$ есть множество индивидуальных констант.

(m22) имеет место в силу $(I)_{a,a}^-$ и выполняется $Ob^-(G, CD)$, то $V_{Sem}^-[(\exists Z)_1^+] = t$.

Так как $m3 \in \Omega^-(0)$, где $m3$ есть $J_{(\tau,0)}(ABCdR \Rightarrow_1 Q)$, $m22$ есть $J_{\langle -1,1 \rangle}(CD \Rightarrow_2 Q)$ и $m22 \in \tilde{\Delta}^- = (I)_{a,a}^-(\Omega(0))$, $Ob^-(G, CD)$ и $\neg(G \subseteq ABCDR)$, то $V_{Sem}^-[(\exists Z)_2^+] = t$. Следовательно, согласно определению $M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, Y)$ $V_{Sem}^-[M_{ag}^+(AB, \{G\}, Q)] = t$.

Покажем, что $V_{Sem}^-[M_{ag}^-(AB, \{G\}, Q)] = f$.

Так как все объекты X для $X \Rightarrow_1 Q$ такие, что $AB \subset X$ не являются фактически ложными, т. е.

$V_{Sem}^-[\neg J_{\langle -1,0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Q)] = t$, а, следовательно,

$V_{Sem}^-[(\exists Y)^-] = f$ и $V_{Sem}^-[M_{ag}^+(AB, \{G\}, Q)] = f$, но из истинности посылок $A_{1,(a,a)}^+$ в силу $(I)_{a,a}^+$ следует, что $V_{Sem}^-[J_{\langle 1,1 \rangle} T(AB, \{G\}, Q)] = t$,

а потому $V_{Sem}^-[A_{1,(a,a)}^+] = t$.

Аналогично устанавливается истинность в \overline{Sem} $A_{1,\bar{r}}^-$. Для этого достаточно рассмотреть

$(J_{(\tau,0)} T(MR, \{N\}, Q) \& \neg M_{ag}^+(MR, \{N\}, Q) \& M_{ag}^-(MR, \{N\}, Q)) \rightarrow J_{\langle -1,1 \rangle} T(MR, \{N\}, Q)$

и установить, что из $V_{Sem}^-[M_{ag}^-(MR, \{N\}, Q)] = t$

и $V_{Sem}^-[M_{ag}^+(MR, \{N\}, Q)] = f$ в силу п.п.в.-1 $_{(a,a)}^{(-)}$

$(I)_{a,a}^-$ следует $V_{Sem}^-[J_{\langle -1,1 \rangle} T(MR, \{N\}, Q)] = t$.

Заметим, что областью реализации $A_{1,(a,a)}^-$ является

$B\Phi_{\bar{r}}^{(I)^-} = (B\Phi_{T_1}^- \cup B\Phi_x^+ \cup B\Phi_y^-) \cap (\neg B\Phi_{T_1}^+)$,

где $\bar{r} = \langle \langle g, 1 \rangle, \langle a, a \rangle \rangle$.

Рассмотрим $A_{1,\bar{r}}^-$.

$\forall V \forall \mathfrak{X}_1 \forall \mathfrak{X}_2 \forall Y ((J_{(\tau,2n)} T(V, \mathfrak{X}_1 \cup \mathfrak{X}_2, Y) \&$

$\neg M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}_1 \cup \mathfrak{X}_2, Y) \& \neg M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}_1 \cup \mathfrak{X}_2, Y)) \rightarrow$

$J_{(\tau,2n+1)} T(V, \mathfrak{X}_1 \cup \mathfrak{X}_2, Y)$

и три возможные области реализации

$A_{1,\bar{r}}^- : B\Phi_{\bar{r}}^{(I)^+}, B\Phi_{\bar{r}}^{(I)^-}$ и $\neg B\Phi_{\bar{r}}^{(I)^+} \cup \neg B\Phi_{\bar{r}}^{(I)^-}$.

(1) В $B\Phi_{\bar{r}}^{(I)^+}$ для $\langle AB, \{G\}, Q \rangle$ имеем $V_{Sem}^-[M_{ag}^+(AB, \{G\}, Q)] = t$ и $V_{Sem}^-[\neg M_{ag}^+(AB, \{G\}, Q)] = f$, следовательно, $V_{Sem}^-[A_{1,\bar{r}}^-] = t$.

(2) В $B\Phi_{\bar{r}}^{(I)^-}$ для $\langle CD, \{N\}, Q \rangle$ имеем $V_{Sem}^-[M_{ag}^-(CD, \{N\}, Q)] = t$ и $V_{Sem}^-[\neg M_{ag}^-(CD, \{N\}, Q)] = f$, следовательно, $V_{Sem}^-[A_{1,\bar{r}}^-] = t$.

(3) В $\neg B\Phi_{\bar{r}}^{(I)^+} \cup \neg B\Phi_{\bar{r}}^{(I)^-}$ для любых значений $V, \mathfrak{X}_1 \cup \mathfrak{X}_2, Y$, если посылки $A_{1,\bar{r}}^-$ истинны, то в силу $(I)_{\bar{r}}^-$ $V_{Sem}^-[J_{(\tau,2n+1)} T(V, \mathfrak{X}_1 \cup \mathfrak{X}_2, Y)] = t$, а, следовательно, $V_{Sem}^-[A_{1,\bar{r}}^-] = t$.

Таким образом, $\overline{Sem} \models A_{1,\bar{r}}^\sigma$, где $\sigma \in \{+, -, \tau\}$.

Рассмотрим, далее, $A_{2,\bar{r}}^\sigma$, где $\sigma \in \{+, -, \tau\}$, так как в силу Замечания 9-4 $A_{2,\bar{r}}^0$ устраняется из КАТ $\mathfrak{S}_{\bar{r}}$.

$A_{2,\bar{r}}^+ \forall X \forall Y ((J_{(\tau,2n+1)}(X \Rightarrow_1 Y) \& \Pi_{n,\bar{r}}^+(X, Y)) \rightarrow J_{\langle 1,2n+2 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y))$,

где

$\Pi_{n,\bar{r}}^+(X, Y) \equiv \exists V \exists \mathfrak{X} (J_{\langle 1,2n+1 \rangle} T(V, \mathfrak{X}, Y) \& (V \subset X)) \&$

$\forall V_0 (((J_{\langle -1,2n+1 \rangle}(V_0 \Rightarrow_2 Y) \& (V_0 \subset X)) \rightarrow$

$\exists Z_0 (Ob^-(Z_0, V_0) \& (Z_0 \subset X))) \&$

$\neg \exists V_1 (((J_{\langle 0,2n+1 \rangle}(V_1 \Rightarrow_2 Y) \& (V_1 \subset X))$

Изменение определения $\Pi_{n,\bar{r}}^+(X, Y)$ порождено устранением из КАТ аксиомы $A_{1,\bar{r}}^0$ согласно Замечанию 9-4.

Таким образом, имеются

$m17 J_{(\tau,0)}(ABCDGS \Rightarrow_1 Q)$ и $m17 \in \Omega^-(0)$,

$m20 J_{\langle 1,1 \rangle} T(AB, \{G\}, Q)$, полученные из $m1, m2$ посред-

ством п.п.в.-1 $^{(+)}(I)_{\bar{r}}^+$. Тогда посредством п.п.в.-2 $^{(+)}$

(вывод по аналогии), $m20, m17$ и $Ob^-(G, CD)$,

$m22 J_{\langle -1,1 \rangle}(CD \Rightarrow_2 Q)$ получаем $J_{\langle 1,2 \rangle}(ABCDGS \Rightarrow_1 Q)$

$[m17, m20, (II)_{\bar{r}}^+]$,

т. е. $V_{Sem}^-[J_{\langle 1,2 \rangle}(ABCDGS \Rightarrow_1 Q)] = t$, так как в \overline{Sem}

истинно

$(J_{\langle 1,1 \rangle} T(AB, \{G\}, Q) \& (AB \subset ABCDGS)) \&$

$((J_{\langle -1,1 \rangle}(CD \Rightarrow_2 Q) \& (CD \subset ABCDGS)) \rightarrow$

$(Ob^-(G, CD) \& (\{G\} \subset ABCDGS))) \&$

$\neg \exists V_1 (((J_{\langle 0,2n+1 \rangle}(V_1 \Rightarrow_2 Y) \& (V_1 \subset X))$

Следовательно, $\overline{Sem} \models A_{2,\bar{r}}^+$.

Аналогично покажем, что $\overline{Sem} \models A_{2,\bar{r}}^-$; где $A_{2,\bar{r}}^-$

$\forall X \forall Y ((J_{(\tau,2n+1)}(X \Rightarrow_1 Y) \& \Pi_{n,\bar{r}}^-(X, Y)) \rightarrow$

$J_{\langle -1,2n+2 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y))$

где

$\Pi_{n,\bar{r}}^-(X, Y) \equiv \exists V \exists X (J_{\langle -1,2n+1 \rangle} T(V, \mathfrak{X}, Y) \& (V \subset X)) \&$

$\forall V_0 (((J_{\langle 1,2n+1 \rangle}(V_0 \Rightarrow_2 Y) \& (V_0 \subset X)) \rightarrow$

$\exists Z_0 (Ob^+(Z_0, V_0) \& (Z_0 \subset X))) \&$

$\neg \exists V_1 (((J_{\langle 0,2n+1 \rangle}(V_1 \Rightarrow_2 Y) \& (V_1 \subset X))$

Имеются следующие истинные высказывания:

$$m19 J_{(\tau,0)}(MRPENH \Rightarrow_1 Q),$$

$$m24 J_{\langle -1,1 \rangle} T(MR, \{N\}, Q) [m8, m9, (II)_{\bar{F}}^-],$$

$$m25 J_{\langle 1,1 \rangle} (PE \Rightarrow_2 Q) [m13, m14, (I)_{\bar{F}}^+], Ob^+(N, PE),$$

$$m31 J_{\langle -1,2 \rangle} (MRPENH \Rightarrow_1 Q)$$

получено посредством п.п.в.-2⁽⁻⁾, так как истинно в

$$\overline{Sem} (J_{\langle -1,2 \rangle} T(MR, \{N\}, Q) \& (MR \subset MRPENH) \&$$

$$(((J_{\langle 1,1 \rangle} (PE \Rightarrow_2 Q) \& (PE \subset MRPENH)) \rightarrow (Ob^+(N, PE) \&$$

$$(\{N\} \subset MRPENH))) \& \neg \exists V_1 (J_{\langle 0,1 \rangle} (V_1 \Rightarrow_2 Q) \&$$

$$(V_1 \subset MRPENH))).$$

Следовательно, $\overline{Sem} \models A_{2,\bar{F}}^-$.

Рассмотрим

$$A_{2,\bar{F}}^0 \text{ с } \exists V_1 \exists \mathfrak{X}_1 \exists V_2 \exists \mathfrak{X}_2 J_{\langle 1,2n+1 \rangle} T(V, \mathfrak{X}_1, Y) \& (V_1 \subset X) \& \\ J_{\langle -1,2n+1 \rangle} T(V_2, \mathfrak{X}_2, Y) \& (V_2 \subset X) \vee \exists V (J_{\langle 0,2n+1 \rangle} (V \Rightarrow_2 Y) \& \\ (V \subset X)).$$

В соответствии с Замечанием 9-4 в определении $\Pi_{n,\bar{F}}^0(X, Y)$ заменим $T(V, \mathfrak{X}, Y)$ на $V \Rightarrow_2 Y$ и преобразуем, тогда $A_{2,\bar{F}}^0 \forall X \forall Y ((J_{\langle \tau, 2n+1 \rangle} (X \Rightarrow_1 Y) \& \Pi_{n,\bar{F}}^0(X, Y)) \rightarrow J_{\langle 0, 2n+2 \rangle} (X \Rightarrow_1 Y))$.

Расширим БФ и соответствующее ей $\Omega(0)$, добавив индивиды A_0, B_0 ($A_0, B_0 \in U^{(1)}$) и $m32, m33, m34, m35, m36$, где

$$m32. J_{(\tau,0)}(A_0 B_0 \Rightarrow_2 Q),$$

$$m33 J_{\langle 1,0 \rangle}(A_0 B_0 R \Rightarrow_1 Q),$$

$$m34 J_{\langle 1,0 \rangle}(A_0 B_0 H \Rightarrow_1 Q),$$

$$m35 J_{\langle -1,0 \rangle}(A_0 B_0 A \Rightarrow_1 Q),$$

$$m36 J_{\langle -1,0 \rangle}(A_0 B_0 B \Rightarrow_1 Q).$$

Тогда получим $m37 J_{\langle 0,1 \rangle}(A_0 B_0 \Rightarrow_2 Q)$ посредством $(I)_{(a,a)}^0(\Omega(0)) = m37$, так как $M_{a,0}^+(A_0 B_0, Q) \& M_{a,0}^-(A_0 B_0, Q) = t$.

Далее рассмотрим $\Omega(0)$, добавив $m38 J_{(\tau,0)}(A_0 B_0 AC \Rightarrow_1 Q)$, пополнив исходную БФ. Тогда $V_{\overline{Sem}}[A_{2,\bar{F}}^0] = t$, так как $V_{\overline{Sem}}[J_{\langle 0,2 \rangle}(A_0 C_0 AC \Rightarrow_1 Q)] = t$, где $J_{\langle 0,2 \rangle}(A_0 C_0 AC \Rightarrow_1 Q) \in \bar{0}_{(a,a)}(\Omega^-(0))$, а, следовательно, $\overline{Sem} \models A_{2,\bar{F}}^0$.

Рассмотрим также $A_{2,\bar{F}}^{\tau} \forall X \forall Y ((J_{\langle \tau, 2n+1 \rangle} (X \Rightarrow_1 Y) \& \Pi_{n,\bar{F}}^{\tau}(X, Y)) \rightarrow J_{\langle \tau, 2n+2 \rangle} (X \Rightarrow_1 Y))$, где $\Pi_{n,\bar{F}}^{\tau}(X, Y) = \neg \Pi_{n,\bar{F}}^+(X, Y) \& \neg \Pi_{n,\bar{F}}^-(X, Y) \& \neg \Pi_{n,\bar{F}}^0(X, Y)$.

Очевидно, что $V_{\overline{Sem}}[A_{2,\bar{F}}^{\tau}] = t$ для всех пар $\langle X, Y \rangle$ таких, что $V_{\overline{Sem}}[\Pi_{n,\bar{F}}^{\sigma}(X, Y)] = t$, где $\sigma \in \{+, -, 0\}$. Поэтому для истинности в $\overline{Sem} A_{2,\bar{F}}^{\tau}$ достаточно установить, что из $V_{\overline{Sem}}[\Pi_{n,\bar{F}}^{\tau}] = t$ следует $V_{\overline{Sem}}[A_{2,\bar{F}}^{\tau}] = t$.

Добавим $\langle BMEK, Q \rangle$ к БФ, тогда получим $m18' J_{(\tau,0)}(BMEK \Rightarrow_1 Q)$ и $m18' \in \Omega^{\tau}(0)$, $\Omega^{\tau}(0) \subset \Omega(0)$.

Очевидно, что $V_{\overline{Sem}}[\Pi_{n,\bar{F}}^{\sigma}(BMEK, Q)] = f$,

где $\sigma \in \{+, -, 0\}$,

тогда

$$V_{\overline{Sem}}[J_{(\tau,0)}(BMEK \Rightarrow_1 Q) \& \Pi_{n,\bar{F}}^{\tau}(BMEK, Q)] = f,$$

а так как $\bar{0}_{(a,a)}(\Omega(0)) = \tilde{\Omega}$ и $J_{(\tau,2)}(BMEK \Rightarrow_1 Q) \in \tilde{\Omega}^{\tau}$, $\tilde{\Omega}^{\sigma} \subset \tilde{\Omega}$. Следовательно, $V_{\overline{Sem}}[J_{(\tau,0)}(BMEK \Rightarrow_1 Q)] = t$ и $\overline{Sem} \models A_{2,\bar{F}}^{\tau}$.

Установим теперь истинность $A_{1,(x,y)}^{\sigma}$ (для случая (a,a)), где $\sigma \in \{+, -, 0, \tau\}$.

Рассмотрим

$$A_{1,(a,a)}^+ \forall V \forall W ((J_{\langle \tau, 2n \rangle} (V \Rightarrow_2 W) \& M_{a,n}^+(V, W) \& \neg M_{a,n}^-(V, W)) \rightarrow J_{\langle 1, 2n+1 \rangle} (V \Rightarrow_2 W)).$$

Так $m4, m5, m13, m14 \in \Omega(0)$,

где

$$m4 J_{\langle 1,0 \rangle}(ABS \Rightarrow_1 Q),$$

$$m5 J_{\langle 1,0 \rangle}(ABL \Rightarrow_1 Q),$$

$$m13 J_{\langle 1,0 \rangle}(PEK \Rightarrow_1 Q),$$

$$m14 J_{\langle 1,0 \rangle}(PEI \Rightarrow_1 Q);$$

$$m22 J_{\langle 1,1 \rangle}(AB \Rightarrow_2 Q),$$

$$m25 J_{\langle 1,1 \rangle}(PE \Rightarrow_2 Q),$$

где $(I)_{(a,a)}^+(\Omega(0)) = \{J_{\langle 1,1 \rangle}(AB \Rightarrow_2 Q), J_{\langle 1,1 \rangle}(PE \Rightarrow_2 Q)\}$, то $\overline{Sem} \models A_{1,(a,a)}^+$.

Аналогично рассмотрим

$$A_{1,(a,a)}^- \forall V \forall W J_{\langle \tau, 2n \rangle} (V \Rightarrow_2 W) \& \neg M_{a,n}^+(V, W) \& M_{a,n}^-(V, W) \rightarrow J_{\langle -1, 2n+1 \rangle} (V \Rightarrow_2 W).$$

Так как $m6, m7, m11, m12 \in \Omega(0)$,

где

$$m6 J_{\langle -1,0 \rangle}(CDI \Rightarrow_1 Q),$$

$$m7 J_{\langle -1,0 \rangle}(CDJ \Rightarrow_1 Q);$$

$$m24 J_{\langle -1,1 \rangle}(MR \Rightarrow_2 Q),$$

$$m22 J_{\langle -1,1 \rangle}(CD \Rightarrow_2 Q),$$

где $(I)_{(a,a)}^-(\Omega(0)) = \{J_{\langle -1,1 \rangle}(MR \Rightarrow_2 Q),$

$J_{\langle -1,1 \rangle}(CD \Rightarrow_2 Q)\}$, то $\overline{Sem} \models A_{1,(a,a)}^-$.

$\overline{Sem} \models A_{1,(a,a)}^0$ установлено ранее при доказательстве $\overline{Sem} \models A_{2,\bar{r}}^+$.

Из общезначимости (valid)

$$\forall V \forall W ((M_{a,n}^+(V, W) \& \neg M_{a,n}^-(V, W)) \vee$$

$$(\neg M_{a,n}^+(V, W) \& M_{a,n}^-(V, W)) \vee$$

$$(M_{a,n}^+(V, W) \& M_{a,n}^-(V, W)) \vee$$

$$(\neg M_{a,n}^+(V, W) \& \neg M_{a,n}^-(V, W)))$$

и $m21, m22, m24, m25, m37$ из $\Omega(0)$, где $m37$ есть $J_{\langle 0,1 \rangle}(A_0 B_0 \Rightarrow_2 Q)$, следует, что $\overline{Sem} \models A_{1,(a,a)}^0$.

Рассмотрим $A_{3,\bar{r}}^+$ и $A_{4,\bar{r}}^+$ $\exists X \exists Y \Pi_{n,\bar{r}}^+(X, Y)$ и $\exists X \exists Y \Pi_{n,\bar{r}}^-(X, Y)$, соответственно. Так как $m29 \in \Omega(0)$ и $m31 \in \Omega(0)$, где $m29$ $J_{\langle 1,2 \rangle}(ABCDGS \Rightarrow_1 Q)$ получено посредством $m17$ и $m20$ и $(II)_{\bar{r}}^+$, а $m31$ есть $J_{\langle -1,2 \rangle}(MRPENH \Rightarrow_1 Q)$ и $m31$ получено посредством $m19, m23$ и $(II)_{\bar{r}}^-$, то $\overline{Sem} \models A_{3,\bar{r}}^+$ и $\overline{Sem} \models A_{4,\bar{r}}^+$.

Установим истинность в \overline{Sem} аксиом $A_{5,\bar{r}}^+$ и $A_{5,\bar{r}}^-$, где $\bar{r} = \langle (g, 1), \langle a, a \rangle \rangle$, где

$$A_{5,\bar{r}}^+ \forall X \forall Y \forall V_1 \forall V_2 ((J_{\langle 1,0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \& (V_1 \subset X) \&$$

$$(V_2 \subset X) \& J_{\langle 1,n \rangle}(V_1 \Rightarrow_2 Y) \& J_{\langle -1,n \rangle}(V_2 \Rightarrow_2 Y)) \rightarrow \exists Z_2 Ob^-(Z_2, V_2)),$$

$$A_{5,\bar{r}}^- \forall X \forall Y \forall V_1 \forall V_2 ((J_{\langle -1,0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \& (V_1 \subset X) \&$$

$$(V_2 \subset X) \& J_{\langle -1,n \rangle}(V_1 \Rightarrow_2 Y) \&$$

$$J_{\langle 1,n \rangle}(V_2 \Rightarrow_2 Y)) \rightarrow \exists Z_2 Ob^+(Z_2, V_2))$$

Заметим, что $\{m1, m2, m4, m5, m6, m7, m3, m16\} \subset \Omega(0)$, где

$$m1 J_{\langle 1,0 \rangle}(ABCDGJ \Rightarrow_1 Q),$$

$$m2 J_{\langle 1,0 \rangle}(ABCDGF \Rightarrow_1 Q),$$

$$m4 J_{\langle 1,0 \rangle}(ABS \Rightarrow_1 Q),$$

$$m5 J_{\langle 1,0 \rangle}(ABL \Rightarrow_1 Q),$$

$$m6 J_{\langle -1,0 \rangle}(CDI \Rightarrow_1 Q),$$

$$m7 J_{\langle -1,0 \rangle}(CDJ \Rightarrow_1 Q),$$

$$m3 J_{\langle \tau,0 \rangle}(ABCD R \Rightarrow_1 Q),$$

$$m16 J_{\langle \tau,0 \rangle}(ABCD M \Rightarrow_1 Q) /$$

$$m21 J_{\langle 1,1 \rangle}(AB \Rightarrow_2 Q) \text{ получено из } m4, m5 \text{ посредст-}$$

вом п.п.в.-1 $(I)_{(a,a)}^+$,

а $m22 J_{\langle -1,1 \rangle}(CD \Rightarrow_2 Q)$ получено из $m6, m7$ посред-

ством п.п.в.-1 $(I)_{(a,a)}^-$.

В $A_{5,\bar{r}}^+$ значениями V_1, V_2 и Z_2 являются AB, CD и G , соответственно, а $\overline{Sem} \models Ob^-(G, CD)$, где G – тормоз $(-)$ -причины CD . Следовательно, если истинна посылка $A_{5,\bar{r}}^+$, то истинно заключение $\exists Z_2 Ob^-(Z_2, V_2)$ для любого значения V_2 в $J_{\langle -1,n \rangle}(V_2 \Rightarrow_2 Y)$, а потому $\overline{Sem} \models A_{5,\bar{r}}^+$.

Аналогично доказывается $\overline{Sem} \models A_{5,\bar{r}}^-$. Так как $\{m8, m9, m10, m11, m12, m13, m14\} \subset \Omega(0)$, где

$$m8 J_{\langle -1,0 \rangle}(MRPENS \Rightarrow_1 Q),$$

$$m9 J_{\langle -1,0 \rangle}(MRPENH \Rightarrow_1 Q),$$

$$m10 J_{\langle \tau,0 \rangle}(MRPEDH \Rightarrow_1 Q),$$

$$m11 J_{\langle -1,0 \rangle}(MRL \Rightarrow_1 Q),$$

$$m12 J_{\langle -1,0 \rangle}(MRF \Rightarrow_1 Q),$$

$$m13 J_{\langle 1,0 \rangle}(PEK \Rightarrow_1 Q),$$

$$m14 J_{\langle 1,0 \rangle}(PEI \Rightarrow_1 Q).$$

$m24 J_{\langle -1,1 \rangle}(MR \Rightarrow_2 Q)$ получено из $m11, m12$ посредством п.п.в.-1 $(I)_{(a,a)}^-$, а $m25 J_{\langle 1,1 \rangle}(PE \Rightarrow_2 Q)$ получено из $m13, m14$ посредством п.п.в.-1 $(I)_{(a,a)}^+$.

В $A_{5,\bar{r}}^-$ значениями V_1, V_2 и Z_2 являются MR, PE и N , соответственно, а $\overline{Sem} \models Ob^+(N, PE)$, где N – тормоз $(+)$ -причины PE . Следовательно, если истинна посылка $A_{5,\bar{r}}^-$, то истинно и заключение $\exists Z_2 Ob^-(Z_2, V_2)$ для любого значения V_2 в $J_{\langle 1,n \rangle}(V_2 \Rightarrow_2 Y)$, а потому $\overline{Sem} \models A_{5,\bar{r}}^-$.

Итак, КАТ $\mathfrak{S}_{\bar{r}}$, где $\bar{r} = \langle (g, 1), \langle a, a \rangle \rangle$, рассмотренная выше, есть множество аксиом $\{A_{1,\bar{r}}^\sigma\}_{\sigma \in \{+,-,\tau\}} \cup \{A_{2,\bar{r}}^\sigma\}_{\sigma \in \{+,-,0,\tau\}} \cup \{A_{1,(a,a)}^\sigma\}_{\sigma \in \{+,-,0,\tau\}} \cup \{A_{2,(a,a)}^\sigma\}_{\sigma \in \{+,-,0,\tau\}} \cup \{A_{3,\bar{r}}^+, A_{4,\bar{r}}^-\} \cup \{A_{5,\bar{r}}^+, A_{5,\bar{r}}^-\}$ и правил вывода $(I)_{\bar{r}}^\sigma$, где $\sigma \in \{+,-,\tau\}$; $(II)_{\bar{r}}^\sigma$, где $\sigma \in \{+,-,0,\tau\}$; $(I)_{(a,a)}^\sigma, (II)_{(a,a)}^\sigma$, где $\sigma \in \{+,-,0,\tau\}$.

Выше было показано, что $\overline{Sem} \models \mathfrak{S}_{\bar{r}}$. Так как $\overline{Sem} \models \{A_{1,\bar{r}}^\sigma\}_{\sigma \in \{+,-,\tau\}} \cup \{A_{2,\bar{r}}^\sigma\}_{\sigma \in \{+,-,0,\tau\}} \cup \{A_{1,(a,a)}^\sigma\}_{\sigma \in \{+,-,0,\tau\}} \cup \{A_{2,(a,a)}^\sigma\}_{\sigma \in \{+,-,0,\tau\}}$, то применение п.п.в.-1 и п.п.в.-2 $(I)_{\bar{r}}^\sigma, (II)_{\bar{r}}^\sigma, (I)_{(a,a)}^\sigma, (II)_{(a,a)}^\sigma$ породит $[\mathfrak{S}_{\bar{r}}]$ – замыкание $\mathfrak{S}_{\bar{r}}$ посредством ДСМ-рассуждений такое, что $\overline{Sem} \models [\mathfrak{S}_{\bar{r}}]$. Следовательно, согласно определению Df. 21-4 $\overline{Sem} \models [\mathfrak{S}_{\bar{r}}]$ и имеет место $Consis(\mathfrak{S}_{\bar{r}})$ – непротиворечивость КАТ $\mathfrak{S}_{\bar{r}}$.

Расширим $\mathfrak{S}_{\bar{r}}$ с $\bar{r} = \langle (g,1), \langle a, a \rangle \rangle$ посредством аксиом каузальной полноты $AK\Pi_{\bar{r}}^{(+)}$ и $AK\Pi_{\bar{r}}^{(-)}$, соответствующих $M_{ag}^{\sigma}(V, \mathfrak{X}, W)$, где $\sigma \in \{+, -\}$, и покажем, что $\mathfrak{S}'_{\bar{r}} = \mathfrak{S}_{\bar{r}} \cup \{A_{6,\bar{r}}^+, A_{6,\bar{r}}^-\}$ является противоречивой КАТ: $\neg Consis(\mathfrak{S}'_{\bar{r}})$.

Рассмотрим $AK\Pi_{\bar{r}}^{(\sigma)}$:

$$A_{6,\bar{r}}^+ \forall X \forall Y \exists V \exists \mathfrak{X} \exists Z (J_{\langle 1,0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \rightarrow \exists n (J_{\langle 1,n \rangle} T(V, \mathfrak{X}, Y) \& (V \subset X) \& (Z \subset X) \& (Z \in \mathfrak{X}))),$$

$$A_{6,\bar{r}}^- \forall X \forall Y \exists V \exists \mathfrak{X} \exists Z (J_{\langle -1,0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \rightarrow \exists n (J_{\langle -1,n \rangle} T(V, \mathfrak{X}, Y) \& (V \subset X) \& (Z \subset X) \& (Z \in \mathfrak{X}))),$$

подмножества $\Omega(0)$ и элементы $\tilde{\Delta}$:

$$m4 J_{\langle 1,0 \rangle}(ABS \Rightarrow_1 Q),$$

$$m5 J_{\langle 1,0 \rangle}(ABL \Rightarrow_1 Q),$$

$$m13 J_{\langle 1,0 \rangle}(PEK \Rightarrow_1 Q),$$

$$m14 J_{\langle 1,0 \rangle}(PEI \Rightarrow_1 Q),$$

$$m20 J_{\langle 1,1 \rangle} T(AB, \{G\}, Q) [m1, m2, (I_{\bar{r}})^+]$$

$$m1 J_{\langle 1,0 \rangle}(ABCDGJ \Rightarrow_1 Q),$$

$$m2 J_{\langle 1,0 \rangle}(ABCDGF \Rightarrow_1 Q),$$

соответствующие $A_{6,\bar{r}}^+$,

$$m6 J_{\langle -1,0 \rangle}(CDI \Rightarrow_1 Q),$$

$$m7 J_{\langle -1,0 \rangle}(CDJ \Rightarrow_1 Q),$$

$$m11 J_{\langle -1,0 \rangle}(MRL \Rightarrow_1 Q),$$

$$m12 J_{\langle -1,0 \rangle}(MRF \Rightarrow_1 Q),$$

$$m23 J_{\langle -1,1 \rangle} T(MR, \{N\}, Q) [m8, m9, (I_{\bar{r}})^-]$$

$$m8 J_{\langle -1,0 \rangle}(MRPENS \Rightarrow_1 Q),$$

$$m9 J_{\langle -1,0 \rangle}(MRPENH \Rightarrow_1 Q),$$

соответствующие $A_{6,\bar{r}}^-$.

$V_{Sem}^- [A_{6,\bar{r}}^+] = f$, так как $V_{Sem}^- [(G \subset ABS)] = f$ и $V_{Sem}^- [J_{\langle 1,0 \rangle}(ABS \Rightarrow_1 Q) \rightarrow (J_{\langle 1,1 \rangle} T(AB, \{G\}, Q) \& (G \subset ABS) \& (G \in \{G\}))] = f$; $V_{Sem}^- [(G \subset ABL)] = f$ и $V_{Sem}^- [J_{\langle 1,0 \rangle}(ABL \Rightarrow_1 Q) \rightarrow (J_{\langle 1,1 \rangle} T(AB, \{G\}, Q) \& (G \subset ABL) \& (G \in \{G\}))] = f$.

Следовательно, $\neg(\overline{Sem} \models A_{6,\bar{r}}^+)$ и $\neg Consis(\mathfrak{S}'_{\bar{r}})$.

Из $\{m6, m7, m11, m12, m23, m8, m9\}$ также следует $V_{Sem}^- [A_{6,\bar{r}}^-] = f$, $\neg(\overline{Sem} \models A_{6,\bar{r}}^-)$ и $\neg Consis(\mathfrak{S}'_{\bar{r}})$.

Следующим расширением КАТ $\mathfrak{S}_{\bar{r}}$ является $\mathfrak{S}''_{\bar{r}} = \mathfrak{S}_{\bar{r}} \cup \{A_{7,\bar{r}}^+, A_{7,\bar{r}}^-\}$, где $AK\Pi^{(\sigma)}$ ($\sigma \in \{+, -\}$) есть

$$A_{7,(a,a)}^+ \forall X \forall Y \exists V (J_{\langle 1,0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \rightarrow$$

$$\exists n J_{\langle 1,n \rangle}(V \Rightarrow_2 Y) \& (V \subset X)),$$

$$A_{7,(a,a)}^- \forall X \forall Y \exists V (J_{\langle -1,0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \rightarrow$$

$$\exists n J_{\langle -1,n \rangle}(V \Rightarrow_2 Y) \& (V \subset X)), \text{ где } \bar{r} = \langle (g,1), \langle a, a \rangle \rangle.$$

Рассмотрим подмножество $\Omega(0)$ и элементы $\tilde{\Delta}$, соответствующие $A_{7,\bar{r}}^+$:

$$m1 J_{\langle 1,0 \rangle}(ABCDGJ \Rightarrow_1 Q),$$

$$m2 J_{\langle 1,0 \rangle}(ABCDGF \Rightarrow_1 Q),$$

$$m4 J_{\langle 1,0 \rangle}(ABS \Rightarrow_1 Q),$$

$$m5 J_{\langle 1,0 \rangle}(ABL \Rightarrow_1 Q),$$

$$m13 J_{\langle 1,0 \rangle}(PEK \Rightarrow_1 Q),$$

$$m14 J_{\langle 1,0 \rangle}(PEI \Rightarrow_1 Q); \text{ следовательно } \{m1, m2, m4,$$

$$m5, m13, m14\} \subset \Omega(0);$$

$$m21 J_{\langle 1,1 \rangle}(AB \Rightarrow_2 Q),$$

$$m25 J_{\langle 1,1 \rangle}(PE \Rightarrow_2 Q), \text{ где } m21, m25 \in \tilde{\Delta},$$

а $(I_{\bar{r}})^+(\Omega(0)) = \tilde{\Delta}$.

При $n=1$ $V_{Sem}^- [m1 \& m2 \& m4 \& m5] = t$, так как $\{m1, m2, m4, m5\} \subset \Omega(0)$, $AB \subset ABCDGF$, $AB \subset ABS$, $AB \subset ABL$ и $V_{Sem}^- [J_{\langle 1,1 \rangle}(AB \Rightarrow_2 Q)] = t$, так как $m21 \in \tilde{\Delta}$; $V_{Sem}^- [m13, m14] = t$, так как $\{m13, m14\} \subset \Omega(0)$, $PE \subset PEK$, $PE \subset PEI$ и $V_{Sem}^- [J_{\langle 1,1 \rangle}(PE \Rightarrow_2 Q)] = t$, так как $m25 \in \tilde{\Delta}$. Следовательно, $V_{Sem}^- [A_{7,\bar{r}}^+] = t$.

Рассмотрим также подмножество $\Omega(0)$ и элементы $\tilde{\Delta}$, соответствующие $A_{7,(a,a)}^-$:

$$m8 J_{\langle -1,0 \rangle}(MRPENS \Rightarrow_1 Q),$$

$$m9 J_{\langle -1,0 \rangle}(MRPENH \Rightarrow_1 Q),$$

$$m11 J_{\langle -1,0 \rangle}(MRL \Rightarrow_1 Q),$$

$$m12 J_{\langle -1,0 \rangle}(MRF \Rightarrow_1 Q),$$

$$m6 J_{\langle -1,0 \rangle}(CDI \Rightarrow_1 Q),$$

$$m7 J_{\langle -1,0 \rangle}(CDJ \Rightarrow_1 Q), \text{ следовательно } \{m8, m9,$$

$$m11, m12, m6, m7\} \subset \Omega(0);$$

$$m24 J_{\langle -1,1 \rangle}(MR \Rightarrow_2 Q),$$

$$m22 J_{\langle -1,1 \rangle}(CD \Rightarrow_2 Q), \text{ где } m24, m22 \in \tilde{\Delta},$$

а $(I_{\bar{r}})^-(\Omega(0)) = \tilde{\Delta}$.

Аналогично случаю $A_{7,(a,a)}^+$ имеем $V_{Sem}^- [A_{7,\bar{r}}^-] = t$.

Таким образом, доказано, что $\overline{Sem} \models \mathfrak{S}''_{\bar{r}}$, где $\mathfrak{S}''_{\bar{r}} = \mathfrak{S}_{\bar{r}} \cup \{A_{7,(a,a)}^+, A_{7,(a,a)}^-\}$, а, следовательно, $\overline{Sem} \models [\mathfrak{S}''_{\bar{r}}]$ согласно Df.21-4, а, потому имеет место $Consis(\mathfrak{S}''_{\bar{r}})$.

В [5], а также в Части I данной статьи [18] рассматривались тесты (T_2^+) и (T_2^-) , характеризующие применимость ДСМ-рассуждений с предикатами $M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, Y)$ и $M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, Y)$.⁸

$$(T_2^+) \exists n \exists X \exists Y \exists V \exists Z_0 (J_{\langle 1,0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \& J_{\langle 1,n \rangle}(V \Rightarrow_2 Y) \& (V \subset X) \& J_{\langle -1,n \rangle}(Z_0 \Rightarrow_2 Y) \& (Z_0 \subset X)),$$

$$(T_2^-) \exists n \exists X \exists Y \exists V \exists Z_0 (J_{\langle -1,0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \& J_{\langle -1,n \rangle}(V \Rightarrow_2 Y) \& (V \subset X) \& J_{\langle 1,n \rangle}(Z_0 \Rightarrow_2 Y) \& (Z_0 \subset X)).$$

Имеет место

Утверждение 11-4. Пусть дано расширение КАТ $\mathfrak{S}_{\bar{r}}$, где $\bar{r} = \langle (g, 1), \langle a, a \rangle \rangle$, посредством тестов $(T_2^+), (T_2^-)$ $\bar{\mathfrak{S}}_{\bar{r}} = \mathfrak{S}_{\bar{r}} \cup \{ (T_2^+), (T_2^-) \}$, тогда из $\bar{\mathfrak{S}}_{\bar{r}}$ дедуктивно выводимо $\exists Z \exists Z_0 Ob^\sigma(Z, Z_0)$, где $\sigma \in \{+, -\}$.

Из $A_{5,(x,y)}^+, (T_2^+)$ и $A_{5,(x,y)}^-, (T_2^-)$,

где

$$A_{5,(x,y)}^+ \forall X \forall Y \exists V_1 \exists V_2 (J_{\langle 1,0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \& (V_1 \subset X) \& (V_2 \subset X) \& J_{\langle 1,n \rangle}(V_1 \Rightarrow_2 Y) \& J_{\langle -1,n \rangle}(V_2 \Rightarrow_2 Y) \rightarrow \exists Z_2 Ob^-(Z_2, V_2)),$$

$$A_{5,(x,y)}^- \forall X \forall Y \exists V_1 \exists V_2 (J_{\langle -1,0 \rangle}(X \Rightarrow_1 Y) \& (V_1 \subset X) \& (V_2 \subset X) \& J_{\langle -1,n \rangle}(V_1 \Rightarrow_2 Y) \& J_{\langle 1,n \rangle}(V_2 \Rightarrow_2 Y) \rightarrow \exists Z_2 Ob^+(Z_2, V_2))$$

дедуктивно следуют

$$\exists Z_2 \exists V_2 Ob^-(Z_2, V_2) \text{ и } \exists Z_2 \exists V_2 Ob^+(Z_2, V_2),$$

соответственно.

Очевидно, что частным случаем является $Str_{a,a}$, т.е., $x = a^+, y = a^-$. Следовательно, $\exists Z_2 \exists V_2 Ob^\sigma(Z_2, V_2)$ принадлежат дедуктивному замыканию ДСМ-замыкания $[\tilde{\mathfrak{S}}_{\bar{r}}] [[\tilde{\mathfrak{S}}_{\bar{r}}]]_d$: $\exists Z_2 \exists V_2 Ob^\sigma(Z_2, V_2) \in [[\tilde{\mathfrak{S}}_{\bar{r}}]]_d$, где $\sigma \in \{+, -\}$.

Заметим, что $\tilde{\mathfrak{S}}_{\bar{r}} = \langle \Sigma, \Omega, \mathfrak{R} \rangle$ есть базис КАТ для стратегии ДСМ-рассуждений $Str_{x,y}$, где $\bar{r} = \langle (g, 1), \langle a, a \rangle \rangle$, $j = 1, 2, 3$, Σ – множество аксиом КАТ, \mathfrak{R} – множество правил вывода правдоподобных (индуктивных и правил вывода по аналогии) и дедуктивных (modus ponens и правила для кванторов).

Замечание 10-4. КАТ имеют четыре типа, обозначаемые индексом $\bar{r} = \langle \lambda, \langle x, y \rangle \rangle$, где значениями λ являются “b” и (g, j) , $j = 1, 2, 3$, такие, что “b” является именем стратегий ДСМ-рассуждений, реализуемых посредством M^σ -предикатов (ими могут быть $M_{ab}^+(V, W)$, содержащие условие запрета на контр-примеры); (g, j) является именами ДСМ-рассуждений, реализуемых с использованием $M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, Y)$.

Каждый из четырех типов ДСМ-рассуждений имеет виды рассуждений, характеризуемые ДСМ-стратегиями $Str_{x,y}$, именами которых являются пары

⁸ (T_2^+) и (T_2^-) являются усилением тестов (T_1^+) и (T_1^-) , соответственно [5].

$\langle x, y \rangle$ в индексах \bar{r} . Эти пары ограничены условиями, содержащимися в Утверждении 1-3 [18]:

$$(1) \forall V \forall \mathfrak{X} \forall Y (M_{ag}^+(V, \mathfrak{X}, Y) \rightarrow \neg M_{ab}^-(V, Y))$$

$$(2) \forall V \forall \mathfrak{X} \forall Y (M_{ag}^-(V, \mathfrak{X}, Y) \rightarrow \neg M_{ab}^+(V, Y))$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДСМ-метод АПНИ образован двумя компонентами – ДСМ-рассуждениями и ДСМ-исследованиями. Цель первой – порождения гипотез о причинах и предсказаниях, цель второй – обнаружение эмпирических закономерностей, представимых предикатами $L_{1,2}^\sigma(V, Z, W)$, где $\sigma \in \{+, -\}$, которые порождают knowledge discovery.

ДСМ-исследования завершаются формированием семейства КАТ, соответствующего множеству \overline{Str} [9].

В [9] \overline{Str} характеризуются прямыми произведениями решеток [8], которые формализуют типы каузального вынуждения (forcing). Каузальные вынуждения формализуются правилами правдоподобного вывода 1-го рода (п.п.в.-1), реализующими индуктивные выводы и **индуктивные обобщения** посредством правил правдоподобного вывода (п.п.в.-2), представляющих выводы по аналогии. Заметим, что выбор и изменение средств анализа данных в соответствии с распознаванием механизмов каузального изменения в БФ есть одна из необходимых особенностей интеллектуального анализа данных посредством интеллектуальных систем [9, 11].

В настоящей статье было начато исследование КАТ с тернарными отношениями причинности, порождаемыми предикатами $M_{ag}^\sigma(V, \mathfrak{X}, Y)$, где $\sigma \in \{+, -\}$, что потребует упорядочения процедур ДСМ-метода АПНИ посредством отношений частичного порядка, индуцируемые решетки, характеризующими правдоподобные рассуждения с M^σ -предикатами сходства для бинарных отношений «причина – следствие».

Основы семантики ДСМ-рассуждений, предложенные в данной статье, а также в [9] (шкалы оценок качества ДСМ-рассуждений), создают возможности **моделирования** предметной области, характеризуемой семействами квазиаксиоматических теорий (КАТ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Милль Д.С. Система логики силлогистической и индуктивной. Издание пятое. – М.: ЛЕНАНД, 2011; Mill J.S. System of Logic Ratiocinative and Inductive, Being a Connected View of Principles of Evidence and The Methods of Scientific Investigation. – London: Parker, Son and Bowin, 1843.
2. Шестерникова О.П., Агафонов М.А., Винокурова Л.В., Панкратова Е.С., Финн В.К. Интеллектуальная система прогнозирования развития сахарного диабета у больных хроническим панкреатитом // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2015. – №4. – С. 12-50; Shesternikova O.P., Agafonov M.A., Vinokurova L.V., Pankratova E.S., Finn V.K. Intelligent System for Diabetes Prediction in Patients With Chronic Pancreatitis // Scientific and Technical

- Information Processing. – 2016. – Vol. 43, № 5-6. – P. 315-345.
3. Шестерникова О.П. О применении интеллектуальной системы прогнозирования развития диабета у больных хроническим панкреатитом // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2016. – №3. – С. 62-71.
 4. ДСМ-метод автоматического порождения гипотез: логические и эпистемологические основания / под общей ред. О.М. Аншакова. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.
 5. Финн В.К., Михеенкова М.А. Некоторые проблемы обобщенного ДСМ-метода автоматизированного порождения гипотез // Семиотика и информатика. Выпуск 33. – М.: МАИК НАУКА, 1993. – С. 136-163.
 6. Финн В.К., Шестерникова О.П. О новом варианте обобщенного ДСМ-метода автоматизированной поддержки научных исследований // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2016. – №1. – С. 57-63.
 7. Финн В.К. Индуктивные методы Д.С. Милля в системах искусственного интеллекта. Часть I. // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2010. – №3. – С. 3-21; Finn V.K. J.S. Mill's Inductive Methods in Artificial Intelligence Systems. Part I // Scientific and Technical Information processing. – 2011. – Vol. 38, № 6. – P. 385-402.
 8. Финн В.К. Дистрибутивные решетки индуктивных процедур // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2014. – №11. – С. 1-29; Finn V.K. Distributive Lattices of Inductive JSM Procedures. – Automatic Documentation and Mathematical Linguistics – 2014. – Vol. 48, №6. – P. 263-295.
 9. Финн В.К. О классе ДСМ-рассуждений, использующих изоморфизм правил индуктивного вывода // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2016. – №3. – С. 48-61.
 10. Финн В.К. Эпистемологические основания ДСМ-метода автоматического порождения гипотез // Научно-техническая информация. Часть I. – 2013. – №9. – С.1-29; Часть II. – 2013. – №12. – С. 1-26; Finn V.K. Epistemic foundations of the JSM method automatic hypothesis generation // Autom. Doc. Math. Linguist. – 2014. – Vol. 48, №2. – P. 96-148.
 11. Финн В.К. Об интеллектуальном анализе данных // Новости искусственного интеллекта. – 2004. – №3. – С. 3-18.
 12. Rosser J.B., Turquette A.R. Many – Valued Logics. – Amsterdam: North – Holland Publishing Company, 1958.
 13. Барвайс Д. Введение в логику первого порядка. Справочная книга по математической логике. Часть I. Теория моделей. – М.: Наука, 1982. – С. 51-52; Handbook of mathematical logic / ed. J. Barwise. – Amsterdam, New York, Oxford: North – Holland Publishing Company, 1977.
 14. Виноградов Д.В. Формализация правдоподобных рассуждений в логике предикатов 1-го порядка // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2000. – №11. – С. 17-20.
 15. Финн В.К. Искусственный интеллект: методология, применения, философия. – М.: КРАСАНД. – 2011.
 16. Гретцер Г. Общая теория решеток. – М.: Мир, 1982; Grätzer G. General Lattice Theory. – Berlin: Academic – Verlag, 1978.
 17. Финн В.К. Об определении эмпирических закономерностей посредством ДСМ-метода автоматического порождения гипотез // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2010. – №4. – С. 41-48; Finn V.K. On the Definition of Empirical Regularities by the JSM Method for the Automatic Generation of Hypotheses // Scientific and Technical Information Processing. – 2012. – Vol. 39, №5. – P. 261-267.
 18. Финн В.К., Шестерникова О.П. О ДСМ-рассуждениях, применимых к объединениям подмножеств баз фактов. Часть I // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2017. – № 10. – С. 1-15.
 19. Финн В.К. Обнаружение эмпирических закономерностей в последовательностях баз фактов посредством ДСМ-рассуждений // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2015. – № 8. – С. 1-29; Finn V.K. Detecting Empirical Regularities in Bases of Facts Using JSM Reasoning // Automatic Documentation and Mathematical Linguistics. – 2015. – Vol. 49, № 4. – P. 122-151.
 20. Агафонов М.А., Шестерникова О.П., Винокурова Л.В., Панкратова Е.С., Финн В.К. О принципах и логических средствах, реализуемых в интеллектуальной системе для гастроэнтерологии // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2017. – №3. – С. 16-39.
 21. Финн В.К. Индуктивный метод соединенного сходства – различия и процедурная семантика ДСМ-метода // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2010. – №4. – С. 1-17; Finn V.K. Inductive method o joint agreement – difference: Procedural Semantics of the JSM method // Automatic Documentation and Mathematical Linguistics. – 2010. – Vol. 44, № 2. – P. 66-88.
 22. Мальцев А.И. Алгебраические системы. «Наука», Главная редакция физико-математической литературы. – М.: 1970.

Материал поступил в редакцию 17.10.17.

Сведения об авторах

ФИНН Виктор Константинович – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник Института проблем информатики ФИЦ ИУ РАН; руководитель Отделения интеллектуальных систем в гуманитарной сфере Российского государственного гуманитарного университета, Москва.
e-mail: ira.finn@gmail.com

ШЕСТЕРНИКОВА Ольга Павловна – научный сотрудник Института проблем информатики ФИЦ ИУ РАН; начальник отдела разработки ООО «Прогтек», Москва.
e-mail: oshesternikova@gmail.com

О компьютеризации социальных наук

Рассматриваются компьютерные инструменты анализа социологических данных, составляющие фундамент современных эмпирических социологических исследований. Сюда включаются как средства статистического анализа, так и инструменты компьютерной поддержки научных исследований и интеллектуального анализа данных.

Ключевые слова: количественный анализ социологических данных, качественный анализ социологических данных, интеллектуальный анализ данных

Информационные технологии и современные компьютерные инструменты призваны обеспечить баланс между теоретическим, концептуальным подходом к изучению социальных явлений и феноменологической составляющей этого процесса. Наиболее отчетливо противопоставление традиций научного подхода и умозрительной философии было впервые представлено в классической работе Э. Дюркгейма [1], базовым онтологическим постулатом которой является представление об объективном характере «социологического факта», а базовым методологическим, соответственно, – необходимость изучения его объективными же методами.

Стремление придать социальным исследованиям по возможности «подлинно научный» характер отразилось в намерении использовать методы достаточно развитые и принятые в естественных науках, что на этапе становления социологической науки вызывало затруднения, порой неразрешимые. Массовый характер многих социальных явлений и очевидные трудности учёта множества влияющих на них факторов привели к тотальному доминированию количественных и, прежде всего, статистических методов изучения социальной действительности.

Эмпирическое социологическое исследование в подавляющем числе случаев представляется как наблюдение социальных фактов и отображение этих фактов в поддающиеся измерению объективные характеристики с последующим их анализом. Многолетнее развитие такого подхода в сочетании с достижениями математической статистики привело к тому, что во многих случаях синонимом квалифицированного изучения социальных фактов стал статистический анализ социологических данных, т.е. некоторых численных характеристик, описывающих эти факты. С развитием компьютерных инструментов такой взгляд приобрёл статус непреложного, что отразилось на структуре подготовки специалистов: львиная доля учебной нагрузки студентов факультетов общественных наук отводится изучению теории вероятностей и математической статистики.

Следует признать, что преподавание этих дисциплин именно студентам-социологам имеет ряд особенностей, которые требуют создания специализированных учебных пособий [2]. Основная их задача – избежать механистичности использования методов, обеспечить умение видеть содержательную составляющую формальных моделей и её связь с решаемой прикладной задачей.

Наиболее широко распространённым в мировой практике инструментом анализа для социологов является пакет SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Учитывая это обстоятельство, разработчики предлагают on-line курс для самостоятельного изучения возможностей инструмента [3]. При овладении этим пакетом критическим является обучение адекватному использованию методов для решения тех или иных задач практической социологии, обоснованному выбору математической модели и анализу её ограничений, а также особенностям интерпретации полученных результатов [4]. Разумеется, эффективным такое обучение становится лишь при сочетании теоретических занятий с компьютерным практикумом, обеспечивающим техническое овладение инструментом.

Востребованным приложением для решения прикладных задач анализа социологических данных является Excel, входящий в состав Microsoft Office. Хотя по своим возможностям Excel уступает пакету SPSS, востребованным его делает тотальное доминирование на рынке офисных программ и относительная простота. Однако и при обращении с этим инструментом требуется учитывать специфику предметной области [5].

Популярный пакет прикладных программ STATISTICA [5, 6] включает одномерные и многомерные статистические методы, анализ временных рядов, обладает широкими графическими возможностями, позволяет осуществлять прогнозирование, предоставляет процедуры управления данными и формирования отчётов. Тем самым, исследователь получает в своё распоряжение эффективный аналитический инструмент, соответствующий мировому уровню.

Однако взаимоотношение каузального объяснения изучаемых эффектов с моделями статистического вывода о наличии взаимосвязи между независимой и зависимой переменной («воздействием» и «откликом») зачастую оказывается недостаточно обоснованным. В особенности это становится актуальным, когда речь идет о решении задач микросоциологии – изучении поведения социальных групп и индивидов, социальной практики локальных сообществ. Мало того, что индивидуальное поведение не отвечает принципам применения математической статистики (не является, по большей части, случайным), а возможности экспериментального подтверждения (в частности, управления выборкой) в социологии крайне ограничены. Статистический анализ не отвечает, прежде всего, и принципам понимающей социологии М. Вебера [7], разделяющим сторонников естественнонаучного и гуманитарного подходов и направленным на а) изучение действий индивидов (особенно в их социальных отношениях друг к другу), б) создание каузальных объяснений процесса действия, его направлений и последствий (помимо изучения субъективных мотивов) [8].

Неспособность широко распространенных статистических инструментов, имеющих дело с обезличенным субъектом, отобразить личностный повседневный опыт и социальные взаимодействия действующих индивидов заставила социологов обратиться к иным методам анализа данных. Это, прежде всего, так называемые кибернетические методы data mining (DM) – искусственные нейронные сети, эволюционное программирование, ассоциативные правила, деревья решений и, наконец, системы обработки экспертных знаний. Современные статистические пакеты, являющиеся основными инструментами социолога-практика, содержат также приложения DM (SPSS Clementine 9.0, STATISTICA Data Mining и т.п.). Эти средства позволяют одновременно анализировать неоднородные и неполные данные («нерепрезентативные» с точки зрения статистики), в том числе нечислового характера, учитывают нелинейные связи, обеспечивают удобную (и эффективную) визуализацию результатов. Заметим, что статистические методы DM (дескриптивный, корреляционный и регрессионный анализ, факторный анализ, анализ временных рядов и т.д.) органично вписались в богатые традиции использования статистических методов для обработки социологических данных. Соответственно, курсы обучения методам DM часто являются составной частью курсов и практикумов по изучению SPSS, STATISTICA и т.п. [9].

Использование инструментов компьютерной поддержки качественного анализа социологических данных является наименее развитым направлением приложения информационных технологий в исследовательской практике¹. Традиционно стратегии качественного исследования представляют собой творческие эвристики общения исследователя с рес-

пондентом с последующим обобщением полученной информации и типологизацией эмпирического материала. В отсутствие формальных инструментов за качественным анализом закрепилась репутация субъективного и лишённого универсального содержания (и порой справедливо). Стремление к повышению систематичности, прозрачности и обоснованности обобщений и выводов качественных исследований инициировало создание компьютерных инструментов для их поддержки – CAQDAS (Computer Assisted/Aided Qualitative Data Analysis Software) [11]², развитие которых стало особенно стремительным с наступлением эры персональных компьютеров.

Ввиду недостаточной распространённости этих инструментов (вплоть до утверждения «Компьютеризация социальных наук началась и закончилась статистическими пакетами» [12, с. 169]) остановимся на некоторых их характерных особенностях подробнее. Современные пакеты CAQDAS, ориентированные на традиции качественной эпистемологии, способны обрабатывать как тексты в разных форматах, так и мультимедийные данные. Базисными функциями подавляющего большинства пакетов являются кодирование и возвращение к исходным текстам (code-and-retrieve) – фундаментальным процедурам качественного анализа, появившимся в арсенале социолога ещё в докомпьютерную эпоху. Здесь обеспечивается широкий доступ к современным базам данных и её фрагментам, сохраняются треки итеративного кодирования с возвращением к исходным текстам и пересмотром кодов (аналитических единиц качественного исследования). Возможно использование простейших булевских выражений для сочетаний кодов и их взаимного исключения. Сборка конечных файлов осуществляется по разным признакам и критериям, сохраняются аналитические пометки и т.п. Современные пакеты этого рода (например, WinMax) создают иерархию кодов, визуализируя её в виде дерева, объединяют категории, создавая структурированные представления, порождают иерархию текстов в соответствии с последовательностью шагов кодирования, а также обеспечивают навигацию по базе исходных текстов с помощью гиперссылок. Возможно сравнение интерпретаций разных исследователей, работающих с одним и тем же материалом, построение графов, таблиц, сетей связей для суммирования результатов.

Последнее поколение пакетов CAQDAS претендует уже на проверку гипотез (hypothesis examination или hypothesis testing) (например, HyperResearch) и создание теорий (theory building), т.е. построение моделей социальных явлений с помощью компьютерных программ. Так, в системе AQUAD в полной мере используются возможности Пролога как дескриптивного языка, позволяющего, в частности, напрямую работать с символьной информацией и обладающего встроенным механизмом дедуктивного вывода. Здесь возможна проверка как индуктивно порождённых из имеющихся примеров гипотез, так и дедуктивных

¹ Ср.: «Конструктивный пафос анализа качественных данных, выраженный в широком спектре компьютерных инструментов, остается невостребованным отечественными методологами» [10, с. 71].

² Из аннотации к [11]: она «...станет новой библией для качественных исследователей, использующих компьютерные программы».

(априорных) теорий. В ATLAS.ti построение теорий облегчают диаграммы связей между кодами (причём здесь возможно даже кодирование графических образов и иерархия иерархий), в NUD*IST^е для этих целей используются семантические сети, причём при поиске кодов принимаются во внимание более общие коды в иерархии. Последняя версия этой системы способна обрабатывать самые разные данные, полученные из интервью, полевых исследований, документов, исследований фокус-групп, заметок о событиях и проблемах, и переносить ряд результатов в статистические пакеты, в частности, в SPSS.

Многие современные пакеты CAQDAS (ATLAS.ti, AQUAD, MAXQDA) не только имеют функции экспорта результатов (кодов, концептуальных сетей) в статистические пакеты, но и обладают некоторыми собственными возможностями для количественного анализа. Встречается и обратное: некоторые статистические пакеты располагают средствами для работы с неструктурированными данными (в частности, текстами), причём иногда довольно развитыми. Широким спектром возможностей обладает пакет QDAMiner. Он работает с текстовыми, табличными и графическими данными наиболее употребительных форматов, переменными разных типов (числовыми, номинальными, порядковыми, Булевыми, кортежами), может использовать результаты ATLAS.ti, HyperResearch, а также наиболее распространённые БД (MS Access, Excel, dBase) и СУБД (Oracle, MS SQL и т.д.). Возможны практически любые операции с кодами, при этом сами коды приписываются объектам разного рода: фрагменту текста, одной или нескольким ячейкам таблицы, целому графику или другому встроенному объекту, целому параграфу. Используются разнообразные частотные таблицы, также возможна категоризация на основании любых числовых, категориальных, логических или календарных данных.

С самого начала большинство пакетов создавалось и развивалось самими социологами, часто создание их было стимулировано потребностями конкретного исследования или проекта [11]. Коммерческое давление приводит к тому, что пакеты становятся более профессиональными, однако по-прежнему основными их разработчиками остаются социологи. Это сказывается на широте использования современных достижений искусственного интеллекта (и интеллектуального анализа данных, в частности) в новейших инструментах CAQDAS. Методы искусственного интеллекта (ИИ) используются, прежде всего, для усовершенствования и облегчения различных форм работы с текстами – отнюдь не для извлечения знания из эмпирического материала. Так, пакет QUALRUS включает такие классические подходы ИИ, как машинное обучение (machine learning), рассуждение по прецедентам (case-based reasoning) и общение на естественном языке, что позволяет рассматривать его работу как деятельность интеллектуального агента.

Использование компьютера способствует реабилитации качественного анализа в глазах «жестких» позитивистов и более широкому его распространению, в особенности там, где слабости количественного подхода очевидны. Но CAQDAS не заменяет аналитика, а лишь усиливает возможности исследо-

вателя. Наблюдается заметная дифференциация пользователей. Лояльными к CAQDAS чаще всего оказываются компьютерно грамотные начинающие исследователи, но им часто не хватает опыта и глубокого понимания специфики собственно качественного анализа. Напротив, опытные специалисты-«качественники» часто отказываются от использования компьютера, не признавая за ним никаких преимуществ и ссылаясь на высокую сложность овладения этими инструментами. Следует признать, что понимание необходимости сочетания надёжных аналитических практик академических исследователей с инновационными устремлениями прикладных и, соответственно, использования современных компьютерных достижений с учётом методологических ограничений отражается в появлении соответствующих учебных курсов в университетском образовании (хотя, по-прежнему как дополнение к основным дисциплинам).

Подчёркнём, что пакеты CAQDAS не проводят качественный анализ в том смысле, в каком SPSS проводит анализ переменных. Они лишь облегчают его, упрощая решение технических задач, следуя, по большей части качественной методологии «обоснованной теории» (grounded theory [13]) – тому, что социологи называют «анализом кодов». Качественная социология обладает при этом небогатым арсеналом средств, направленных на формализацию собственно анализа с извлечением знания из данных. Формализованным качественным методом анализа социологических данных (не текстов) является, по сути, лишь «качественный сравнительный анализ» (Qualitative Comparative Analysis, QCA), предназначенный для «анализа случаев» (case study). Метод, предложенный американским социологом Ч. Рагином [14], опирается на идеи так называемой «неоаналитической индукции» (включающей анализ как наличия, так и отсутствия изучаемого явления), использует средства алгебры логики, а в более поздних вариантах – и теорию нечётких множеств, и реализован в соответствующем свободно распространяемом пакете fsQCA. Простота метода позволяет широко использовать его – не только в западной, но теперь и в отечественной практике.

Современная социологическая наука, нацеленная не просто на восприятие и описание непосредственно эмпирических явлений, но и на объяснение каузальных связей в этих явлениях, крайне заинтересована в использовании компьютерных инструментов, реализующих интеллектуальный анализ данных. Так, методы DM эффективно решают задачи классификации, кластеризации, управления. Однако DM – применение конкретных алгоритмов для извлечения моделей (образцов) – составляет лишь один из шагов интеллектуального анализа данных (knowledge discovery) – процесса извлечения полезных знаний из данных. Этот процесс означает движение в сторону объективизации качественных исследований и тесно связан с формализацией аналитических процедур, прежде всего – процедур выявления причинных зависимостей из анализа имеющихся данных, индуктивных стратегий создания теорий и когнитивных процессов абдукции. Реализующие эти процедуры

интеллектуальные системы (ИС) содержат средства извлечения знаний из баз фактов (БФ), автоматического порождения гипотез и объяснения имеющихся фактов на основании порожденных гипотез, и способны осуществлять дедуктивный вывод из исходных и полученных знаний (баз знаний, БЗ). Это отвечает представлению о конструктивной имитации рациональных познавательных способностей человека и формальном воспроизведении исследовательских эвристик средствами ИС. Перечисленные функциональные возможности ИС отображаются в её архитектуре, представленной реализующим познавательные процедуры «анализ данных – предсказание – объяснение» Решателем задач, подсистемой накопления знаний (БФ и БЗ) и развитыми инструментами восприятия и отображения результатов (интеллектуальным интерфейсом).

Такая архитектура характерна для интеллектуальных систем типа ДСМ (ИС-ДСМ). ИС-ДСМ для интеллектуального анализа социологических данных JSM Socio [15] обеспечивает построение теории на основе эмпирических фактов средствами формализованных познавательных процедур и, следовательно, может рассматриваться как инструмент формализованного качественного анализа социологических данных. Составная часть Решателя интеллектуальных ДСМ-систем – Рассуждатель – реализует процедуры (и их комбинации – стратегии) ДСМ-метода автоматизированной поддержки научных исследований [16], формализующие соответствующие эвристики анализа данных. ИС-ДСМ на основе универсального ядра – ДСМ-Рассуждателя – создаются для различных предметных областей, удовлетворяющих условиям применимости ДСМ-метода. Спецификация же ИС-ДСМ отражается в принципах формирования информационной среды (БФ и БЗ) и особенностях пользовательского интерфейса, учитывающего потребности эксперта-исследователя [15]. Важной функцией интерфейса является препроцессинг – подготовка данных и уточнение модели предметной области, – который может осуществляться как автоматически (с помощью специальных диагностических процедур, позволяющих выбрать наиболее адекватные стратегии Решателя), так и в интерактивном режиме. Для ИС анализа социологических данных актуальна также интеграция с прикладными системами, в частности, с SPSS. Наряду с Рассуждателем Решатель такой системы включает также внешний Вычислитель и, соответственно, Синтезатор, регулирующий взаимодействие Рассуждателя и Вычислителя. Исследования средствами JSM Socio ведутся в ряде отечественных университетов и академических учреждений.

Развитие инструментов такого рода с использованием методов искусственного интеллекта отвечает потребностям современной социологической науки. Однако информационные технологии не могут заменить содержательной работы исследователя-социолога, а предоставляют лишь формализованную оболочку для решения некоторых социологических задач. Профессиональное использование новейших компьютерных инструментов требует понимания сущности изучаемых проблем и междисциплинарного взаимодействия специалистов в области общественных дисциплин и искусственного интеллекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дюркгейм Э. Социология. Её предмет, метод, предназначение. – М.: Канон, 1995 (первое издание: Durkhiem E. Les règles de la méthode sociologique. – Paris: Alcan(e), 1894.).
2. Толстова Ю.Н. Математико-статистические модели в социологии. – М.: Издательский дом ГУ ВШЭ, 2008.
3. On-line купс SPSS. – URL: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/ru/SSLVMB_21.0.0/kc_gen/com.ibm.spss.statistics.tut_com.ibm.spss.statistics.tut_toc-gen1.html
4. Крыштановский А.О. Анализ социологических данных. – М.: Издательский дом ГУ ВШЭ, 2006.
5. Халафян А.А., Боровиков В.П., Калайдина Г.В. Теория вероятностей, математическая статистика и анализ данных: Основы теории и практика на компьютере. STATISTICA. EXCEL. Более 150 примеров решения задач. – М.: URSS, 2017.
6. Халафян А.А. STATISTICA 6. Математическая статистика с элементами теории вероятностей. – М.: URSS. 2017.
7. Вебер М. О некоторых категориях понимающей социологии // в кн. Вебер М. Избранное: протестантская этика и дух капитализма. – М.: РОССПЭН, 2006. – С. 377–414.
8. Парсонс Т. О теории и метатеории // Теоретическая социология. Антология. Т. 2. – М.: Наука, 2002. – С. 43–59.
9. Боровиков В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. – М.: Горячая линия – Телеком, 2016.
10. Каныгин Г.В. Инструментальные средства и методологические принципы анализа социологических данных // Социология: 4М. – 2007. – № 25. – С. 70–98.
11. Silver C., Lewins A. Using Software in Qualitative Research: A Step by Step Guide, 2nd ed. – London: SAGE Publications, 2014.
12. Fielding N.G. Automating the ineffable: Qualitative software and the meaning of qualitative research // Qualitative research in action / ed. Tim May. – London: Sage Publication, 2003. – P. 161–178.
13. Glaser B., Strauss A. Basics of qualitative research. Techniques and procedures for developing grounded theory, 4th ed. Thousand Oaks, California: SAGE Publications, 2015.
14. Configurational Comparative Methods. Qualitative Comparative Analysis (QCA) and related techniques (Applied Social Research Methods) / eds. B. Rihoux, C.C. Ragin. – CA and London: SAGE Publications, 2009.
15. Михеенкова М.А., Волкова А.Ю. Спецификация интеллектуальной системы типа ДСМ // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2013. – № 7. – С. 5–19.

16. Михеенкова М.А., Финн В.К. ДСМ-метод автоматизированной поддержки научных исследований как инструмент интеллектуального анализа данных в социологии // Материалы V Всероссийского социологического конгресса (Екатеринбург, 19-21 октября 2016 г.) – М.: Российское общество социологов, 2016. – С. 8171–8184. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27465066>.

Материал поступил в редакцию 21.09.17.

Сведения об авторе

МИХЕЕНКОВА Мария Анатольевна – доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории 35 Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, ведущий научный сотрудник ОТиППИ ВИНТИ РАН, руководитель учебно-научного центра Отделения интеллектуальных систем в гуманитарной сфере Российского государственного гуманитарного университета, Москва e-mail: m.mikheyenkova@yandex.ru

Указатель статей, опубликованных в сборнике «Научно-техническая информация», и Авторский указатель за 2017 год

Указатель статей

ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

| | | | |
|---|----------|---|-----------|
| Семенюк Э.П. Информация в системе основных категорий планетарного анализа | 1 (1) 1* | Астахова Л.В. Об информировании руководства в организации: проблемы в контексте информационной безопасности | 6 (1) 1 |
| Динер Е.В. Методологические подходы к определению понятия «электронная книга» | 1 (1) 15 | Канке В.А. Метанаучные и философские основания определения статуса информатики | 6 (2) 1 |
| Плешкевич Е.А. От документации к неодокументации | 1 (2) 1 | Сюнтюренко О.В. Факторы-детерминанты неэффективного использования информационных ресурсов в научно-технической деятельности | 7 (1) 1 |
| Берестова Т.Ф. Сущностное единство библиографической информации и метаданных | 2 (1) 1 | Калачихин П.А. Паттерны конструирования показателей научного цитирования | 7 (2) 1 |
| Калачихин П.А. Методика проведения наукометрической экспертизы результатов исследований | 2 (2) 1 | Мосунова Л.А. Теоретические подходы к определению понятия «смысловое восприятие информации» | 8 (1) 1 |
| Алейников А.В., Пинкевич А.Г. Информационная парадигма анализа социальных конфликтов | 3 (1) 1 | Минин В.А., Зацман И.М., Хавансков В.А., Шубников С.К. Методы индикаторного оценивания процессов переноса знаний из области научных исследований в сферу технологического развития | 8 (2) 1 |
| Грушо А.А., Забейжайло М.И., Зацаринный А.А., Писковский В.О. О некоторых методах и технологиях искусственного интеллекта, используемых при защите облачных вычислений | 3 (2) 1 | Яцко В.А. Принципы исследования исторического развития информатики | 9 (1) 1 |
| Брумштейн Ю.М. Информация о программных средствах: структура, источники, содержание | 4 (1) 1 | Урсул А.Д. Информационный вектор эволюции: от цефализации к культурогенезу | 9 (2) 1 |
| Антопольский А.Б. Инфосфера общественных наук: структура, границы, функции | 4 (1) 14 | Сюнтюренко О.В., Ефременко Д.В. Проблемы информационно-аналитического обеспечения социальной оценки технических и технологических рисков | 10 (1) 1 |
| Плешкевич Е.А. Информация как реальность в неживой природе или атрибутивная концепция информации 2.0: проблемы и перспективы развития | 4 (2) 1 | Ильясов Ф.Н. Информация как мера изменений принимающей системы | 10 (2) 1 |
| Скворцов Д.П. О «квантово-механической» природе недоучёта модально-временных соображений при анализе некоторых логических парадоксов | 4 (2) 6 | Бусыгина Т.В. Электронный научный документ в современном информационно-коммуникационном пространстве | 10 (2) 16 |
| Сюнтюренко О.В., Гиляревский Р.С. Задачи информационного обеспечения инновационного развития экономики и роль инжиниринга | 5 (1) 1 | Биктимиров М.Р., Есенкин Б.С., Зотов П.А., Ногина Е.Б., Шрайберг Я.Л. Инфраструктура знаний – важнейший компонент цифровой экономики | 11 (1) 1 |

* 1 – означает номер сборника, (1) – серию, 1 – страницу

| | | | |
|--|----------|---|-----------|
| Гиляревский Р.С. О научных публикациях, содержащих численные данные экспериментальных исследований | 11 (1) 5 | Безденежных И.В., Евстафьев В.Ф. Отражение результатов интеллектуальной деятельности в отчетной научно-технической документации: проблемы и направления развития | 6 (1) 9 |
| Биктимиров М.Р., Домашев А.В., Черкашин П.А., Щербаков А.Ю. Блокчейн: универсальная структура и требования | 11 (2) 1 | Редькина Н.С., Васильева Н.В., Коломенская А.С. Использование облачных сервисов в библиотеках России: результаты исследования | 6 (1) 21 |
| Яшалова Н.Н., Рубан Д.А., Васильцов В.С. Информационная политика в экологической сфере как фактор развития национальной экономики | 12 (1) 1 | Берёзкина Н.Ю. Библиометрические методы в библиотеках Республики Беларусь: история и современное состояние | 6 (1) 31 |
| Сюнтюрено О.В. Финансирование фундаментальных исследований: концептуальный облик системы поддержки принятия решений с использованием методов наукометрии и анализа данных | 12 (2) 1 | Грабарь Н.Г., Соколовская Т.Б. Формирование информационно-коммуникационного пространства библиотеки | 7 (1) 13 |
| ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ РАБОТЫ | | Мельникова Е.В. Издательство Elsevier и информационная система Scopus | 7 (1) 19 |
| Шемякина Н.Ю. Об оценке работы по комплектованию информационных ресурсов организации | 1 (1) 22 | Куракова Н.Г., Зинов В.Г., Цветкова Л.А. Система измеряемых индикаторов научно-технологического развития Российской Федерации: методология и проектирование | 8 (1) 10 |
| Козлова Е.И., Цветкова В.А., Барышева О.В. Особенности формирования электронных библиотек | 2 (1) 13 | Московкин В.М., Сунь Синюань. Развитие методов определения рейтингов ученых на основе Российского индекса научного цитирования | 8 (1) 23 |
| Грибков Д.Н., Каменев А.В. Формирование многофункциональной межвузовской электронной библиотеки в новой медийной среде | 2 (1) 18 | Шемберко Л.В., Слива А.И. Науковедение в России и роль информационных ресурсов ИНИОН РАН в эффективном обеспечении научных исследований | 9 (1) 10 |
| Бунова Е.В., Воронин А.С. Формирование портрета пользователя информационного ресурса | 3 (1) 9 | Гуськов А.Е., Каленов Н.Е., Трескова П.П. Концепция трехуровневой системы подписки на научные информационные ресурсы | 9 (1) 22 |
| Арутюнов В.В. О подготовке в России кадров высшей научной квалификации в области информационной безопасности | 3 (1) 17 | Снеткова А.А. Системы <i>discovery</i> : опыт сравнительного анализа | 9 (1) 27 |
| Зубехина Т.В. Операционный компонент информационной культуры бакалавров туризма | 3 (1) 22 | Гоннова С.М., Шерemet Ю.Е., Разуваева Е.Ю., Ребковец М.Ю. Адаптация форматов взаимодействия стран СНГ к современным условиям на основе согласованной научно-технической политики | 10 (1) 11 |
| Орлова М.М. Проектирование системы документационного обеспечения управления ИТ-услугами | 3 (1) 28 | Шефер О.Р., Лебедева Т.Н., Носова Л.С. Анализ управления публикационной деятельностью магистрантов по направлению подготовки «Педагогическое образование» | 10 (1) 21 |
| Крымская А.С. Американские ученые о деятельности ВИНТИ в 1950-1960-е годы | 4 (1) 21 | Девяткин Д.А., Суворов Р.Е., Тихомиров И.А. О методике выявления центров компетенции на примере предметной области «Искусственный интеллект» | 11 (1) 11 |
| Крайнева С.В., Шефер О.Р. О формировании компетенций студентов бакалавриата средствами информационно-коммуникационных технологий | 4 (1) 27 | Антопольский А.Б., Белоозеров В.Н., Калёнов Н.Е., Шабурова Н.Н., Якшин М.М. Разработка семантической сети ключевых слов на основе дефинитивных связей | 11 (1) 19 |
| Лопатина Н.В., Зубов Ю.С., Нерестин О.П. Информационно-аналитическое обеспечение приоритетных направлений науки и техники: отраслевой и дифференцированный подходы | 5 (1) 15 | | |
| Ивановский А.А. Сравнение возможностей баз данных Web of Science и Scopus для тематического поиска | 5 (1) 22 | | |

| | | | |
|---|-----------|--|-----------|
| Антошкова О.А., Белоозеров В.Н., Дмитриева Е.Ю., Смирнова О.В., Шапкин А.В., Шабурова Н.Н. О методике построения онтологии научно-технической информации в виде сети библиографических классификаций | 11 (1) 24 | Королева Л.М., Колтунова Е.В. О представлении химической информации в реферативных базах данных | 11 (1) 43 |
| Анисимова А.Э., Рязанова А.А., Щербаков А.Ю. Семантическое ядро как универсальный инструмент классификации и систематизации неструктурированной информации в области человеческого капитала | 11 (1) 31 | Гречиков М.И. Научно-техническая информация по машиностроению в России | 11 (1) 50 |
| Тимошенко И.В. Технология радиочастотной идентификации в библиотеках | 11 (1) 38 | Двоеносова Г.А. Синергетическое моделирование в построении теории документа | 12 (1) 28 |
| Галявиева М.С., Елизаров А.М. Информетрия в мировой системе высшего образования | 12 (1) 8 | ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ | |
| Сорокин А.А., Макогонов С.В., Королев С.П. Информационная инфраструктура для коллективной работы ученых Дальнего Востока России | 12 (1) 14 | Харчевникова Н.В., Блинова В.Г., Добрынин Д.А., Жолдакова З.И., Журко В.И., Федорцова Д.Ю. Интеллектуальная ДСМ-система по токсичности. Анализ данных по функциональной кумуляции химических соединений | 2 (2) 11 |
| Мохначева Ю.В., Цветкова В.А. Оценка публикационной активности научных организаций на основе баз данных Web of Science Core Collection, Scopus и РИНЦ (на примере медико-биологической тематики) | 12 (1) 17 | Агафонов М.А., Шестерникова О.П., Винокурова Л.В., Панкратова Е.С., Финн В.К. О принципах и логических средствах, реализуемых в интеллектуальной системе для гастроэнтерологии | 3 (2) 16 |
| Щербаков А.Ю. Новые подходы к методике преподавания криптографии и компьютерной безопасности с использованием сетевых технологий | 12 (1) 25 | ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ | |
| ДОКУМЕНТАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ | | Гольдштейн С.Л., Печеркин С.С., Аверьянова А.Н. О моделях экстрактора знаний для разрешения проблемных ситуаций со сложным объектом | 4 (2) 11 |
| Раевская Е.Г., Стогова Т.В. Химические журналы Германии: сравнительный анализ по международным и российским базам данных | 2 (1) 22 | Ковалев И.В., Ковалев Д.И., Карасева М.В., Першакова К.К., Туева Е.В. Мультилингвистическая среда информационно-образовательного взаимодействия | 7 (2) 24 |
| Антошкова О.А., Астахова Т.С., Белоозеров В.Н., Дмитриева Е.Ю., Смирнова О.В., Сурикова Н.Г. Место робототехнических систем в библиографических классификациях | 2 (1) 33 | Белов А.В., Нежурина М.И., Шестова А.Д. Построение системы атрибутивного поиска в системах управления учетными или идентификационными доменами при внедрении интеграционных решений | 11 (2) 5 |
| Сухоручкина И.Н., Сухоручкина А.А. Сопоставительный анализ отражения материалов научных мероприятий и конференций по химии в базах данных ВИНТИ РАН, SCOPUS и CAS | 3 (1) 32 | ИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ | |
| Цветкова В.А., Кочукова Е.В. Научная книга: статистика и реалии | 4 (1) 32 | Зацман И.М., Инькова О.Ю., Нуриев В.А. Построение классификационных схем: методы и технологии экспертного формирования | 1 (2) 8 |
| Аругюнов В.В. Кластеризация стандартов Российской Федерации в области информационной безопасности | 5 (1) 25 | Виноградов Д.В. Предельная вероятность порождения случайного сходства при наличии контр-примеров | 2 (2) 17 |
| Лазарев В.С., Скалабан А.В., Юрик И.В., Лис П.А., Качан Д.А. Отбор сериальных изданий в помощь исследованиям (на примере научных работ по атомной энергетике) | 8 (1) 29 | Виноградов Д.В. Эффективность ленивых вычислений для поиска сходств в ВКФ-системе | 4 (2) 19 |
| | | Хайруллин В.И. Об одном из базовых принципов структурирования информации | 4 (2) 24 |
| | | Виноградов Д.В. Анализ результатов применения ВКФ-системы: успехи и открытая проблема | 5 (2) 1 |

| | | | |
|--|-----------|--|-----------|
| Редькина Н.С. Направления развития инструментов веб-аналитики | 5 (2) 5 | АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ТЕКСТА | |
| Зайцев А.В., Гостев С.С., Черкашин П.А., Щербаков А.Ю. О технологии распределенного хранения конфиденциальной информации в центрах обработки данных общего назначения | 5 (2) 11 | Кочеткова Н.А., Ермаков П.Д. Метод извлечения однословных терминов на основе статистического распределения слов внутри контекста | 1 (2) 23 |
| Селиванова И.В., Рябко Б.Я., Гуськов А.Е. Классификация посредством компрессии: применение методов теории информации для определения тематики научных текстов | 6 (2) 8 | Галиева А.М., Кириллович А.В., Лукашевич Н.В., Невзорова О.А., Сулейманов Д.Ш. Создание русско-татарского тезауруса по общественно-политической тематике: общие принципы и аспекты реализации | 2 (2) 20 |
| Виноградов Д.В. Надежность предсказания по аналогии | 7 (2) 11 | Либкинд А.Н., Маркусова В.А., Либкинд И.А., Камень Н.М., Фадеев В.Ю. Наукометрические аспекты идентификации авторов российских публикаций | 4 (2) 26 |
| Терещенко С.С. Информационно-аналитические аспекты процесса реформирования вузов и университетских сетей (по материалам диссертационных исследований) | 7 (2) 16 | Можарова В.А., Лукашевич Н.В. Исследование признаков для извлечения именованных сущностей из текстов на русском языке | 5 (2) 14 |
| Комарица В.Н., Сощенко А.Е. Практическое использование библиометрических закономерностей в науковедческих исследованиях | 8 (2) 13 | Ковригина Л.Ю. Компьютерная морфология для исследований вариативного текста | 5 (2) 22 |
| Петрина А.М. Состояние и перспективы развития робототехники в медицине | 8 (2) 20 | Буторина Е.П., Губанова Е.О. Выявление употребительности коллокаций в деловых текстах | 5 (2) 31 |
| Еркимбаев А.О., Зицерман В.Ю., Кобзев Г.А. Интенсивное использование цифровых данных в современном естествознании | 9 (2) 9 | Яцко В.А., Яцко Т.С. Особенности структуры лингвистической онтологии | 6 (2) 16 |
| Ларкин Е.В., Богомоллов А.В., Привалов А.Н. Методика оценивания временных интервалов между транзакциями в алгоритмах сжатия речевых сообщений | 9 (2) 23 | Новикова А.В., Мыльников Л.А. Вопросы реализации машинного перевода текстов деловой коммуникации для языковой пары «русский язык – английский язык» | 6 (2) 26 |
| Финн В.К., Шестерникова О.П. О ДСМ-рассуждениях, применимых к объединениям подмножеств баз фактов. Часть I | 10 (2) 11 | Сложеникина Ю.В., Звягинцев В.С. Термины-эпонимы: <i>PRO ET CONTRA</i> | 7 (2) 32 |
| Ольшанский Д.Л. О влиянии структур данных на производительность порождения гипотез в ДСМ-методе | 10 (2) 26 | Большаков И.А. Русские предлоги и расширенные модели управления | 8 (2) 31 |
| Кузьмин Г.Н., Фурсов К.С. Современные наукометрические методы определения научных лидеров: новые математические модели | 11 (2) 10 | Захаров В.Н., Никитин Ю.В., Хорошилов Ал-др А., Хорошилов А.А. Технологии создания новых направлений перевода для системы метафраз (на примере казахско-русского перевода) | 9 (2) 29 |
| Брумштейн Ю.М., Васьковский Е.Ю. Анализ вебметрических показателей основных сайтов, агрегирующих политематическую научную информацию | 11 (2) 16 | Кустова Г.И. Об одной конструкции прилагательных | 11 (2) 33 |
| Финн В.К., Шестерникова О.П. О ДСМ-рассуждениях, применимых к объединениям подмножеств баз фактов. Часть II | 12 (2) 10 | | |
| Михеенкова М.А. О компьютеризации социальных наук | 12 (2) 33 | СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ | |
| | | Саркисян Д.Б. Горизонт 2020 – программа Европейского союза по научным исследованиям и инновациям на 2014-2020 гг. | 1 (1) 28 |
| | | Пименов Е.Н. Правила подготовки запросов в лингвистическом освещении | 1 (2) 29 |
| | | Сюнтюренко О.В. О национальной выставке-форуме «ВУЗПРОМЭКСПО–2016» | 2 (2) 29 |

Жукова Н.П., Дружинина Е.Г.
О XVII международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании»

3 (1) 38

Арутюнов В.В. О международной научно-практической конференции «Современные проблемы и задачи обеспечения информационной безопасности» (СИБ-2017)

7 (1) 23

Плющ М.А. О судьбе библиотеки А.С. Пушкина в 1837–1906 гг.: результаты изучения открытых источников в Интернете

7 (1) 28

Гиляревский Р.С., Мельникова Е.В. Институт научной информации США: идеология, преобразования, продукты

10 (1) 26

Арутюнов В.В. О международной научно-практической конференции «Информационная поддержка науки и образования: наукометрия и библиометрия»

12 (1) 33

Авторский указатель

| | | | | | |
|--------------------------|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| Аверьянова А.Н. | 4 (2) 11 | Винокурова Л.В. | 3 (2) 16 | Забейайло М.И. | 3 (2) 1 |
| Агафонов М.А. | 3 (2) 16 | Воронин А.С. | 3 (1) 9 | Зайцев А.В. | 5 (2) 11 |
| Алейников А.В. | 3 (1) 1 | | | Захаров В.Н. | 9 (2) 29 |
| Анисимова А.Э. | 11 (1) 31 | | | Зацаринный А.А. | 3 (2) 1 |
| Антопольский А.Б. | 4 (1) 14 | Галиева А.М. | 2 (2) 20 | Зацман И.М. | 1 (2) 8 |
| | 11 (1) 19 | Галявиева М.С. | 12 (1) 8 | | 8 (2) 1 |
| Антошкова О.А. | 2 (1) 33 | Гиляревский Р.С. | 5 (1) 1 | Звягинцев В.С. | 7 (2) 32 |
| | 11 (1) 24 | | 10 (1) 26 | Зинов В.Г. | 8 (1) 10 |
| Арутюнов В.В. | 3 (1) 17 | | 11 (1) 5 | Зицерман В.Ю. | 9 (2) 9 |
| | 5 (1) 25 | Гольдштейн С.Л. | 4 (2) 11 | Зотов П.А. | 11 (1) 1 |
| | 7 (1) 23 | Гоннова С.М. | 10 (1) 11 | Зубехина Т.В. | 3 (1) 22 |
| | 12 (1) 33 | Гостев С.С. | 5 (2) 11 | Зубов Ю.С. | 5 (1) 15 |
| Астахова Т.С. | 2 (1) 33 | Грабарь Н.Г. | 7 (1) 13 | | |
| Астахова Л.В. | 6 (1) 1 | Грибков Д.Н. | 2 (1) 18 | Ивановский А.А. | 5 (1) 22 |
| | | Гречиков М.И. | 11 (1) 50 | Ильясов Ф.Н. | 10 (2) 1 |
| | | Грушо А.А. | 3 (2) 1 | Инькова О.Ю. | 1 (2) 8 |
| Барышева О.В. | 2 (1) 13 | Губанова Е.О. | 5 (2) 31 | | |
| Безденежных И.В. | 6 (1) 9 | Гуськов А.Е. | 6 (2) 8 | | |
| Белов А.В. | 11 (2) 5 | | 9 (1) 22 | Калачихин П.А. | 2 (2) 1 |
| Белоозеров В.Н. | 2 (1) 33 | | | | 7 (2) 1 |
| | 11 (1) 19 | Двоеносова Г.А. | 12 (1) 28 | Калёнов Н.Е. | 9 (1) 22 |
| | 11 (1) 24 | Девяткин Д.А. | 11 (1) 11 | | 11 (1) 19 |
| Берестова Т.Ф. | 2 (1) 1 | Динер Е.В. | 1 (1) 15 | Каменев А.В. | 2 (1) 18 |
| Берёзкина Н.Ю. | 6 (1) 31 | Дмитриева Е.Ю. | 2 (1) 33 | Камень Н.М. | 4 (2) 26 |
| Биктимиров М.Р. | 11 (1) 1 | | 11 (1) 24 | Канке В.А. | 6 (2) 1 |
| | 11 (2) 1 | Добрынин Д.А. | 2 (2) 11 | Карасева М.В. | 7 (2) 24 |
| Блинова В.Г. | 2 (2) 11 | Домашев А.В. | 11 (2) 1 | Качан Д.А. | 8 (1) 29 |
| Богомолов А.В. | 9 (2) 23 | Дружинина Е.Г. | 3 (1) 38 | Кириллович А.В. | 2 (2) 20 |
| Большаков И.А. | 8 (2) 31 | | | Кобзев Г.А. | 9 (2) 9 |
| Брумштейн Ю.М. | 4 (1) 1 | | | Ковалев И.В. | 7 (2) 24 |
| | 11 (2) 16 | Евстафьев В.Ф. | 6 (1) 9 | Ковалев Д.И. | 7 (2) 24 |
| Бунова Е.В. | 3 (1) 9 | Елизаров А.М. | 12 (1) 8 | Ковригина Л.Ю. | 5 (2) 22 |
| Бусыгина Т.В. | 10 (2) 6 | Еркимбаев А.О. | 9 (2) 9 | Козлова Е.И. | 2 (1) 13 |
| Буторина Е.П. | 5 (2) 31 | Ермаков П.Д. | 1 (2) 23 | Коломенская А.С. | 6 (1) 21 |
| | | Есенькин Б.С. | 11 (1) 1 | Колтунова Е.В. | 11 (1) 43 |
| Васильева Н.В. | 6 (1) 21 | Ефременко Д.В. | 10 (1) 1 | Комарица В.Н. | 8 (2) 13 |
| Васильцов В.С. | 12 (1) 1 | | | Королева Л.М. | 11 (1) 43 |
| Васьковский Е.Ю. | 11 (2) 16 | Жолдакова З.И. | 2 (2) 11 | Королев С.П. | 12 (1) 14 |
| Виноградов Д.В. | 2 (2) 17 | Жукова Н.П. | 3 (1) 38 | Кочеткова Н.А. | 1 (2) 23 |
| | 4 (2) 19 | Журко В.И. | 2 (2) 11 | Кочукова Е.В. | 4 (1) 32 |
| | 5 (2) 1 | | | Крайнева С.В. | 4 (1) 27 |
| | 7 (2) 11 | | | Крымская А.С. | 4 (1) 21 |

| | | | | | |
|-----------------|-----------|------------------|-----------|--------------------|-----------|
| Кузьмин Г.Н. | 11 (2) 10 | Плющ М.А. | 7 (1) 28 | Финн В.К. | 3 (2) 16 |
| Куракова Н.Г. | 8 (1) 10 | Привалов А.Н. | 9 (2) 23 | | 10 (2) 11 |
| Кустова Г.И. | 11 (2) 33 | | | | 12 (2) 10 |
| | | Раевская Е.Г. | 2 (1) 22 | Фурсов К.С. | 11 (2) 10 |
| Лазарев В.С. | 8 (1) 29 | Разуваева Е.Ю. | 10 (1) 11 | | |
| Ларкин Е.В. | 9 (2) 23 | Ребковец М.Ю. | 10 (1) 11 | Хавансков В.А. | 8 (2) 1 |
| Лебедева Т.Н. | 10 (1) 21 | Редькина Н.С. | 5 (2) 5 | Хайруллин В.И. | 4 (2) 24 |
| Либкинд А.Н. | 4 (2) 26 | | 6 (1) 21 | Харчевникова Н.В. | 2 (2) 11 |
| Либкинд И.А. | 4 (2) 26 | Рубан Д.А. | 12 (1) 1 | Хорошилов Ал-др А. | 9 (2) 29 |
| Лис П.А. | 8 (1) 29 | Рябко Б.Я. | 6 (2) 8 | Хорошилов А.А. | 9 (2) 29 |
| Лопатина Н.В. | 5 (1) 15 | Рязанова А.А. | 11 (1) 31 | | |
| Лукашевич Н.В. | 2 (2) 20 | | | Цветкова В.А. | 2 (1) 13 |
| | 5 (2) 14 | Саркисян Д.Б. | 1 (1) 28 | | 4 (1) 32 |
| | | Селиванова И.В. | 6 (2) 8 | | 12 (1) 17 |
| Макогонов С.В. | 12 (1) 14 | Семенюк Э.П. | 1 (1) 1 | Цветкова Л.А. | 8 (1) 10 |
| Маркусова В.А. | 4 (2) 26 | Скалабан А.В. | 8 (1) 29 | | |
| Мельникова Е.В. | 7 (1) 19 | Скворцов Д.П. | 4 (2) 6 | Черкашин П.А. | 5 (2) 11 |
| | 10 (1) 26 | Слива А.И. | 9 (1) 10 | | 11 (2) 1 |
| Минин В.А. | 8 (2) 1 | Сложеникина Ю.В. | 7 (2) 32 | | |
| Михеенкова М.А. | 12 (2) 33 | Смирнова О.В. | 2 (1) 33 | | |
| Можарова В.А. | 5 (2) 14 | | 11 (1) 24 | Шапкин А.В. | 11 (1) 24 |
| Московкин В.М. | 8 (1) 23 | Снеткова А.А. | 9 (1) 27 | Шабурова Н.Н. | 11 (1) 19 |
| Мосунова Л.А. | 8 (1) 1 | Соколовская Т.Б. | 7 (1) 13 | | 11 (1) 24 |
| Мохначева Ю.В. | 12 (1) 17 | Сорокин А.А. | 12 (1) 14 | Шемберко Л.В. | 9 (1) 10 |
| Мыльников Л.А. | 6 (2) 26 | Сошенко А.Е. | 8 (2) 13 | Шемякина Н.Ю. | 1 (1) 22 |
| | | Стогова Т.В. | 2 (1) 22 | Шеремет Ю.Е. | 10 (1) 11 |
| Невзорова О.А. | 2 (2) 20 | Суворов Р.Е. | 11 (1) 11 | Шестерникова О.П. | 3 (2) 16 |
| Нежурина М.И. | 11 (2) 5 | Сулейманов Д.Ш. | 2 (2) 20 | | 10 (2) 11 |
| Неретин О.П. | 5 (1) 15 | Сунь Синюань. | 8 (1) 23 | | 12 (2) 10 |
| Никитин Ю.В. | 9 (2) 29 | Сурикова Н.Г. | 2 (1) 33 | Шестова А.Д. | 11 (2) 5 |
| Новикова А.В. | 6 (2) 26 | Сухоручкина А.А. | 3 (1) 32 | Шефер О.Р. | 4 (1) 27 |
| Ногина Е.Б. | 11 (1) 1 | Сухоручкина И.Н. | 3 (1) 32 | | 10 (1) 21 |
| Носова Л.С. | 10 (1) 21 | Сюнтюрентко О.В. | 2 (2) 29 | Шрайберг Я.Л. | 11 (1) 1 |
| Нуриев В.А. | 1 (2) 8 | | 5 (1) 1 | Шубников С.К. | 8 (2) 1 |
| | | | 7 (1) 1 | | |
| | | | 10 (1) 1 | | |
| | | | 12 (2) 1 | | |
| Ольшанский Д.Л. | 10 (2) 26 | Терещенко С.С. | 7 (2) 16 | Щербаков А.Ю. | 5 (2) 11 |
| Орлова М.М. | 3 (1) 28 | Тимошенко И.В. | 11 (1) 38 | | 11 (1) 31 |
| | | Тихомиров И.А. | 11 (1) 11 | | 11 (2) 1 |
| Панкратова Е.С. | 3 (2) 16 | Трескова П.П. | 9 (1) 22 | | 12 (1) 25 |
| Першакова К.К. | 7 (2) 24 | Туева Е.В. | 7 (2) 24 | Юрик И.В. | 8 (1) 29 |
| Петрина А.М. | 8 (2) 20 | | | | |
| Печеркин С.С. | 4 (2) 11 | Урсул А.Д. | 9 (2) 1 | Якшин М.М. | 11 (1) 19 |
| Пименов Е.Н. | 1 (2) 29 | | | Яцко В.А. | 6 (2) 16 |
| Пинкевич А.Г. | 3 (1) 1 | Фадеев В.Ю. | 4 (2) 26 | | 9 (1) 1 |
| Писковский В.О. | 3 (2) 1 | | | Яцко Т.С. | 6 (2) 16 |
| Плешкевич Е.А. | 1 (2) 1 | | | Яшалова Н.Н. | 12 (1) 1 |
| | 4 (2) 1 | | | | |

Центр (Отдел) научно-информационного обслуживания (ЦНИО) ВИНТИ РАН

Информационные услуги, предоставляемые ЦНИО ВИНТИ РАН:

- проведение тематического поиска и консультации поисковых экспертов;
- подготовка списков научной литературы;
- подбор, копирование полнотекстовых материалов из первоисточников на бумажном носителе и в электронном виде;
- библиометрическая оценка публикационной активности исследователей и научных организаций с использованием российских и зарубежных баз данных;
- информационное обеспечение информационно-аналитической деятельности по подготовке и предоставлению аналитических обзоров и других научных материалов.

ВИНТИ РАН располагает следующими информационными ресурсами:

- фондом НТЛ, включающим более 2,5 млн. отечественных и иностранных журналов, книг, депонированных рукописей, авторефератов диссертаций и другой научной литературы, ретроспектива – с 1991 года;
- базами данных и Интернет-ресурсами: БД ВИНТИ (разработка ВИНТИ), БД SCOPUS, БД Questel (патенты) и другими реферативными ресурсами;
- полнотекстовыми электронными ресурсами (статьи, патенты, материалы конференций).

Ознакомиться с информацией о доступных полнотекстовых и реферативных ресурсах можно на сайте ВИНТИ www.viniti.ru

К услугам пользователей – **Электронный Каталог ВИНТИ** <http://catalog.viniti.ru>
и **служба электронной доставки документов.**

Осуществляется платное информационное обслуживание по разовым заказам и на договорной основе с предоставлением всех необходимых финансовых документов.

Проводится индивидуальное обслуживание пользователей в читальном зале ЦНИО ВИНТИ.

Обращаться в ЦНИО ВИНТИ:

- адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20;
- телефоны: 8(499) 155 -42 -43, 8(499) 155 -42 -17;
- эл. почта cnio@viniti.ru, fdk@viniti.ru;
- факс 8(499) 930 -60 -00 (для ЦНИО).