

НАУЧНО • ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

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

Издается с 1961 г.

№ 1

Москва 2016

ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

УДК 001.102 : 573.55

Н.Н. Чурсин

Понимание информации в связи с происхождением живой материи

Рассматривается проблема понимания информации. Утверждается, что понимание информации должно решаться во взаимосвязи с проблемой происхождения и понимания живой материи. Обосновывается поэтологический подход к решению этих проблем. Отмечается, что формирование живых объектов неотделимо от формирования их тезаурусов, выступающих мерой развития живого. Предлагается картина зарождения живой материи, в которой решающая роль отводится источникам периодических изменений в среде «первичного бульона» и когерентным процессам сборки-разборки органических молекул – первичной форме «знаний» микромира о макромире, установлению гармонии между ними.

Ключевые слова: понятие информации, дополнительность знаний и информации, поэтологический подход, информационный аспект эволюции, тезаурус как мера развития, происхождение жизни, «первичный бульон», сборка-разборка молекул, источники ритмичности живого, когерентные процессы, гармония макро- и микромира, естественнонаучный аспект понимания информации

Феномен информации* в различных его проявлениях уже давно сознательно и целенаправленно используется человечеством. Однако до сих пор нельзя утверждать, что существует общепризнанное понимание этого феномена. Более того, фантастические успехи информационной технологии не оказали существенного влияния на его познание.

Стало очевидным также, что ни одной из частных наук, опирающихся на собственную, частнонаучную, методологию, не удалось найти удовлетворительного объяснения феномену информации. Информация не исчерпывается математическим аспектом, так как не может быть полностью пояснена физическим или биологическим аспектами. Огромна интегрирующая и обобщающая роль философии в исследовании природы информации, однако ни ей, ни сравнительно молодым синтетическим областям науки, таким как кибернетика или синергетика, не было суждено решить проблему информации. Самым общим и мощным методологическим средством – системному и комплексному подходам часто не хватало именно системности и комплексности, поскольку выделение изучаемой системы или исчерпывающего комплекса факторов оказывалось невозможным без существенных ограничений и допущений.

Поэтому вопрос о методологии исследования феномена информации остается открытым. Понятно, почему: информация принадлежит к наиболее общим понятиям, с которыми имеет дело человеческий разум. Вероятно, по степени общности рядом с понятием информации находится только понятие жизни.

Эти понятия часто и изучались как взаимосвязанные и взаимозависимые, но представляющие разные сущности. Поэтому взаимосвязь искалась на путях выявления субординации этих понятий, причинно-следственных и иерархических связей между ними. Такая попытка была предпринята, например, в рамках атрибутивного и функционального подходов – по отдельности они не дали ничего, кроме легко понимаемого, но опять-таки не очень плодотворного противопоставления «или – или».

Как сказал бы шахматист, напрашивается ход «и – и», но этот ход еще не предложен, не сформулирован в исследованиях об информации и/или жизни.

Между тем в методологическом арсенале появилась концепция так называемого поэтологического подхода, оставляющего исследователю, вероятно, наибольшую свободу манипулирования доступными познавательными средствами.

Поэтология знания «... берет во внимание системы знания не только в тематическом или предметном аспекте, она сконцентрирована вокруг сплетений и пересечений, которые в единстве всех объектов знания могут продемонстрировать множественность гетерогенных способов его создания.

Поэтология знания ... указывает на множественность форм знания и акцентирует значение их взаимосвязи, возникающее из отношений между формами знания: *ars* и *scientia*; теоретическими и практическими; эксплицитными и имплицитными; повседневными и научными; публичными и тайными;

доктринальными и апокрифическими. Имманентные правила этих форм невозможно свести в единое.

Особенность объекта знания для поэтологии знания заключается, таким образом, в *пересечении* выражений различных порядков и способов» [1].

Пересечение в данном случае можно трактовать как условие удовлетворения требованиям (или мягче, непротиворечивости) всех «порядков и способов», участвующих в дискурсе.

Возможной формой реализации поэтологического подхода в исследовании проблемы информации выступает некая совокупность представлений о содержании этого понятия, отражающая вклад тех или иных положений из разных областей знания в его формирование. Традиционно, в строгих рассуждениях, такой формой выступает модель. В данном случае, возможно, уместнее употребить более широкое и общее понятие «картина».

Именно картина как результат поэтологического подхода будет предметом дальнейшего обсуждения. Ее представление предусматривает, согласно декларируемому подходу, свободное, т.е. диктуемое только логикой предлагаемого понимания, перемещение от аспекта к аспекту, от средства к средству описания и т. д. Эта картина не является полностью формальной, поскольку может включать произвольное число неформализуемых аспектов (элементов). Ее основное качество – убедительность, способность верно отражать реальность – трудно свертывается до формальных критериев.

Представление упомянутой картины требует предварительного рассмотрения ряда фундаментальных принципов, существенных для ее понимания. При этом приходится считаться с огромной емкостью понятия информации и опустить по этой причине возможные многочисленные ссылки даже на фундаментальные труды в этой области.

Понятия «информация» и «жизнь» до сих пор рассматривались все-таки относительно независимо друг от друга. Мы будем исходить из того, что понятия «жизнь» и «информация» отражают просто разные аспекты общего феномена. Помимо всего прочего, это означает, что зарождение живой материи и «появление» информации, информационного взаимодействия, представляют собой единый процесс. При этом в живых организмах существенны и цикличность (смена рождения и гибели), и эволюция, освященная понятием развития (до сих пор остающегося недостаточно определенным как интуитивно, так и формально). И цикличность, и эволюция живых организмов с материальной (физико-химической) стороны исследованы до мельчайших подробностей. Цикличность и эволюция информационных процессов представлены «в разобранном виде», в том числе и из-за отсутствия единого понимания феномена информации.

Одновременно, и «живая материя», и «информация» понимаются и как объекты.

Это очевидно для живых организмов, но для информации становится возможным при ее «превращении» в знание.

Понятия «знание» и «информация» имеют общую сущность и выступают неклассическим объектом науки, подобно свету или электрону, подобно тому, как электрон выступает одновременно и вол-

* Подробнее позиция автора отражена в монографии: Чурсин Н.Н. Понятие тезауруса в информационной картине мира. – Луганск: Изд-во «Ноулидж», 2010. – 305 с.

ной, и частицей, знание и информация осознаются одновременно и как объект, и как процесс. Именно «знание» можно трактовать как объект (тезаурус), а информацию – как распространение, передачу отчужденного фрагмента тезауруса, т.е. как процесс. Существенно, что информация (и в этом ее подобие свету – волне) обнаруживается как таковая только в результате ее воздействия на тезаурус реципиента. Принятие этого положения само по себе уже снимает жесткость оппозиции функционального и атрибутивного подходов.

Сопоставление живого организма с электроном может выглядеть методологической натяжкой, но любое живое существо (с его непрекращающимся метаболизмом) можно рассматривать и как объект, и как процесс. Более того, можно говорить о том, что живое есть и то, и другое *одновременно*, следовательно, является для науки неклассическим объектом. Последнее утверждение воплощено и в характеризующем живую материю термине «динамическое самосохранение» содержащем внутреннее противоречие.

Существуют два принципиально отличных способа сохранения некоторых объектов на Земле. Первый – как можно меньше реагировать на изменения окружающей среды – так, сохраняется камень в основании Эвереста. Второй – сохраняться, реагируя как можно точнее на изменения этой среды, следуя им, отражая эти изменения в материальной структуре объекта, – так, в той или иной степени, поступают живые организмы. Самый совершенный из них – человек – располагает наибольшим арсеналом этих реакций, воплощенных в знаниях. Если вспомнить о том, что знания живых организмов могут принимать достаточно разнообразные формы, то для них можно применить обобщающее понятие – тезаурус. Тогда тезаурус выступает мерой динамического «самосохранения» живых организмов и, по умолчанию, мерой совершенства, уровня развития живых видов. Кроме того, содержанием понятия «развитие» выступает именно увеличение тезауруса (объекта, системы, популяции – можно называть по-разному, в зависимости от выбранного объекта рассмотрения). При иных трактовках развития не удастся избежать отождествления развития с «простым» усложнением структуры, увеличением числа компонентов объекта или другим «простым» изменением его формы и/или поведения.

Живыми, таким образом, можно считать объекты, располагающие тезаурусом. Само по себе такое утверждение значит не больше, чем другие определения жизни, например, как белковой формы существования материи или множества объектов, способных к динамическому самосохранению. Однако такое определение связывает воедино понимание жизни и информации, трактует жизнь как информационный феномен. Насколько адекватен или плодотворен такой подход? Это может выясниться в процессе его реализации, раскрытия механизма действия.

И в понятии (понимании) информации, и в понимании живого огромное значение придается энтропии в контексте, например, противостояния порядка (живая материя) и хаоса («косная» материя), термодинамической смерти вселенной и т.д. Жизнь тогда часто характеризуется как некая борьба против эн-

тропии (да и информация имеет, как известно, «негэнтропийную» трактовку). Между тем, если отталкиваться от формулы энтропии, которая, характеризует неопределенность ситуации, имеет дело с событиями любой природы, то можно обнаружить, что энтропию возможно применять к объяснению мира в гораздо большем, чем это делалось до сих пор, числе контекстов и, главное, в противоположной роли. Коротко поясним: максимальная энтропия, как известно, соответствует наибольшей неопределенности, иными словами, равновесию вероятностей исходов какого-то события. Но ничто не мешает вместо количественного равновесия рассматривать равновесие качеств, и тогда «серое» будет сочетанием, объединением «белого» и «черного» с максимальной неопределенностью относительно их присутствия в «сером», т.е., энтропия может, хотя бы нестрого, характеризовать и нечеткие объекты, и процессы. Тогда чрезвычайно интересными становятся ситуации с «бинарными оппозициями», именно с максимальными значениями энтропии (т.е. неопределенности количественного или качественного влияния каждого из двух факторов на результат выбора/решения). Такими бинарными оппозициями в предмете анализа выступают, например, наследственность и изменчивость, ассимиляция и диссимиляция и т.д. В самом широком контексте – философское «единство и борьба противоположностей». Подобные «единство» и «борьба» наиболее интересны (заметим, что и само понятие «интерес» отражает неопределенность относительно исхода) и существенны при максимальной неопределенности, характеризующей количественно-качественное влияние «участников бинарной оппозиции». В философской литературе единство и борьба противоположностей выступает источником развития. Действительно, человек «освоил» число «два» как то единство, которое существовало, например, между двумя клыками противостоящего ему зверя и двумя сладкими плодами... «Борьба» между противоположностями привела к формированию нового понятия, охватывающего противоположные ситуации, схватывающего их общность и представляющего обе в их противоположном единстве и, что существенно, закрепившего в себе максимальную неопределенность (энтропию?!) относительно направления реконструкции ситуации.

В научном исследовании все-таки следует опираться на эволюционную (а не креативную) модель происхождения жизни (и информации!), которая и предполагает *объяснение* процесса. Согласно этой модели, природа – дело рук не великого автора, а великого редактора (не будем касаться того взгляда, что это одно и то же лицо). Принятие эволюционной модели, во-первых, ставит вопрос о сущности эволюции (и тем самым возвращает к иной формулировке вопроса о происхождении жизни/информации), во-вторых, требует описания эволюции как непрерывного процесса (математической моделью которого выступает, например, всюду дифференцируемая кривая; при этом, конечно, должна существовать и физическая интерпретация непрерывности) при том, что эволюция воплощается именно в своих дискретных реализациях – организмах (для информации дискретной формой существования выступает тезаурус). Непрерывно изменяющаяся дискретность, дискретно

существующая непрерывность – в этих характеристиках живого суждено, наверное, вечно разбираться философам.

Антропный принцип с его «разумным наблюдателем». Именно человек с его аппаратом понимания внешнего мира выступает познающим субъектом. Ему дано различать, например, «быть» и «не быть». Субъективизм человечества проявляется в объективном мире. Поэтому приходится, например, считаться с тем, что микро-мир, макро-мир и мега-мир – понятия, отсчитываемые человеком от собственной «человеческой размерности». Поэтому, что перед нами: *макромолекула* или *микросистема*, решать остается человеку. При этом иногда не остается ничего другого, как договориться о понимании. Феномен конвенциональности – фактор как увеличения «познавательной способности» человечества, так и возможности многое поставить под сомнение. Последнее делает поэтологический подход сильно уязвимым.

В исследовании эволюции огромное значение имеет понятие времени, а также тесно связанное с ним понятие ритма, периодических изменений. Необъятность этих понятий приходится обходить, пользуясь только доступным и привычным их содержанием. «Когда речь заходит об изучении специфики временных отношений в живой природе, то, как правило, утверждается, что живым системам свойственно наличие “биологических часов”, т.е. таких механизмов, которые очень точно управляют реакциями организмов, их функциональным поведением. Этот сложный феномен имеет всеобщий характер и проявляется на всех уровнях живого, от одноклеточных, растений, простейших животных до высших животных и человека.

Повторяемость явлений и событий, их ритмичность внутренне присущи всей объективной действительности. Выражением данного процесса является временный ритм, представляющий собой тип отношений событий и процессов в изменении и развитии материи. Он характеризует единство изменчивости и устойчивости, строгую упорядоченность отношений объективной действительности, выступая формой самодвижения материи и объективной основой измерения времени. Ритмичность, повторяемость, определенная последовательность внешних условий существенно влияют на развитие живых организмов» [2, с.100-101]. В картине возникновения жизни/информации, как будет видно из дальнейшего, ритму отводится наибольшая роль.

Наконец, совершенно неправильно было бы забывать о том, что:

«В начале было Слово, и Слово было у Бога, и Слово было Бог.

Оно было в начале у Бога».

(Евангелие от Иоанна).

Обратим внимание здесь на «Слово было Бог». То, что «Слово было у Бога» – понятно и воспринимается естественно, поскольку слово – творение произносящего. В данном случае – Бога. Но «Слово было Бог»?! Как ни странно, именно это, несомненно искреннее и вызывающее, казалось бы, предложение дает основание для рациональной трактовки *начала* и, с другой стороны, уводит на какой-то новый уровень понимание Творения.

Какое же содержание следует вкладывать в то, что Евангелие называет Словом?

Нам позволительно рассмотреть, что *может* составлять это содержание.

Итак. Много миллионов (даже несколько миллиардов) лет назад на Земле сложились условия для образования достаточно сложных органических соединений. Идентифицировать их из настоящего – все равно, что найти транзистор со шляпкой в современном планшете. Но важно, что такие соединения, присутствующие в *первичном бульоне*, обладали достаточно большим разнообразием реакций на те или иные физико-химические воздействия среды. Собственно, они сами составляли эту среду, в которой находились кроме сложных молекул и более простые, из которых они «собирались» или на которые распадалась в водной среде. Не будет странным предположение, что при одних условиях, например, температуре, в каком-то фрагменте «бульона» было больше «собранных» «больших» молекул, а при другой температуре – дефрагментированных, распавшихся на более простые. Чередование температур, таким образом, должно было бы оказывать влияние на «поведение» бульона, на долевые части более сложных и более простых соединений.

Еще одной особенностью того времени было наличие большого числа периодических источников изменений, прежде всего в водной среде. Это могли быть самые разнообразные по температуре и химическому содержанию выбросы гейзеры, функционирующие иногда с завидной устойчивостью и периодичностью, каких и теперь достаточно в некоторых районах планеты (например, на Камчатке). Это могли быть и иные источники – достаточно вспомнить, как вытекающая из канистры жидкость формирует дискретные порции. Можно предполагать, что именно такие источники периодических колебаний температуры и химического состава первичного бульона послужили «генератором частоты» сборки-разборки молекул, достаточно сложных, чтобы подчиняться навязываемому извне ритму этого процесса. При этом подобная макромолекула (или микросистема), конечно, испытывала периодический приток энергии, поддерживающий молекулярные преобразования.

Как бы там ни было, возможно, на протяжении тысячелетий, сформировалась ситуация, когда под воздействием периодически изменяющихся макроусловий в каком-то фрагменте первичного бульона с тем же периодом стали собираться и распадаться сложные молекулы (конечно, органические). Устойчивость макро-источника обусловила и появление точно отвечающего его ритму устойчивого химического процесса сборки-разборки молекул, т.е. периодически сменяющих друг друга состояний их существования и не-существования.

Остановимся на осмыслении подобной ситуации, не содержащей внешне ничего необычного.

Прежде всего, заставить изменять процентное соотношение диссоциированных и недиссоциированных молекул в водном растворе под воздействием каких-то физико-химических воздействий можно, наверное, и для сравнительно простых химических соединений. Говорить о сложных соединениях приходится из-за того, что именно сложность (и большая гибкость «поведения») обусловила в дальнейшем

возможность эволюции (в частности, перехода на другие источники энергии и другие химические процессы поддержания периодической сборки-разборки микросистем). Какая именно молекула оказалась «под рукой» у периодического источника изменений в первичном бульоне предоставляет исследовать химикам. Отметим лишь, что существенным является не только химизм этой молекулы, но и состав окружающей среды – сочетание лабильности молекулы и «предложения» среды как возможности дальнейшего усложнения молекулы (а позже – и их объединений, систем) с нарастающим ее отличием от среды, выделением из последней. Взаимодействие таких протоорганизмов (микросистем) со средой должно было (точнее – могло бы!) приобрести циклический характер, как, впрочем и внутрисистемные процессы. Возможно, именно к этому имеют отношение гиперциклы М. Эйгена.

Именно эти два периодически, устойчиво и закономерно сменяющих друг друга состояния – существование и не-существование – охватываются понятием жизни. В данном случае – максимально редуцированным. Но нельзя объяснить жизнь, не объясняя одновременно смерть. Абсолютные противоположности в одном понятии – «жизнь».

Когерентная внешним периодическим изменениям макро-условий сборка-разборка объектов микромира может рассматриваться как *микро-отражение макро-периодических процессов*. Можно было бы говорить о гармонии микро- и макромиров в этой ситуации... Но можно говорить и о приобретенном микрообъектом *знании* некоторого фрагмента макромира. Или об информационном взаимодействии, информировании: *in-formo*, «войти в форму» – том самом динамическом отражении формы, соответствующем ему динамическом самосохранении (которое, конечно, никогда не было «само-», но всегда – во взаимодействии со средой), о котором обычно говорят исследователи эволюции, мерой и формой которого выступает тезаурус. Минимальный тезаурус – это модель отношений микрообъекта и макромира, соответствующая некоторому единичному воздействию макромира на микрообъект, который этот микрообъект «воспринимает» как фактор «выживания» (правильнее было бы «фактор жизни», обеспечивающий жизнь). Но уже первоначальное воздействие – ритма макромира на микрообъект – на самом деле было достаточно сложным, включая, помимо температуры, химические воздействия, физические перемещения, изменения давления и т.д. Поэтому и первичный тезаурус, и единичный тезаурус – это абстракции, предмет дальнейших обсуждений и соглашений. «Не исключено, – полагает Д. Чалмерс, – что к прорыву могло бы привести рассмотрение проблемы, как совместить феноменальную информацию на макроскопическом уровне со взглядом на информацию как на "внутреннее свойство" на микроскопическом уровне» [3, с. 386].

Таким образом, единица жизни (периодическая сборка-разборка макромолекулы) действительно соответствует единице информации – первичному тезаурусу в указанном выше смысле.

В семантической концепции информации элемент тезауруса – это смысловыражающий элемент или отношение между элементами. Смыслом первичного (минимального) тезауруса является просто «жизнь» в

ее элементарном воплощении (противоречии «собранная-разобранная молекула»). И в дальнейшем смысл – это интерпретация отношения воспринимаемой информации (того, что воздействует на тезаурус, изменяя его) к жизни.

В классической теории информации, отвлекающей, как известно, от смысла, первичному тезаурусу – бинарной оппозиции «жизнь – не-жизнь» соответствует формальная единица информации – бит, за которой может стоять любое противопоставление (да – нет, 1 – 0 и т.д.). «Простейшее нетривиальное информационное пространство, – отмечает Д. Чалмерс, – это пространство, образованное двумя состояниями и их элементарным различием. Можно представить эти состояния в качестве двух «битов», 0 и 1. Их природа исчерпывается тем фактом, что эти состояния отличны друг от друга, т.е. данное информационное пространство полностью характеризуется структурой его различия» [3, с. 347]. Максимальное различие, которое может охватывать формальный бит содержательно – это различие между «быть» и «не-быть».

В свете изложенного отыскивается интерпретация евангельского «Слово было Бог». Действительно, «мягкому» воздействию, можно сказать, *обращению*, макромира к микромиру убедительной метафорой выступает слово. Которое *может быть* услышано.

Эволюция. Установившееся соответствие периодов макроизменений и существования–несуществования микрообъектов могло продолжаться сколь угодно долго при неизменности условий. Но условия эти никогда не были одинаковыми, учитывая градиенты температур и концентрации веществ вокруг источника периодических изменений. На некотором расстоянии от источника и амплитуда температурных колебаний, и другие параметры изменений были уже иными. И вновь – приглашение к сохранению процедуры сборки-разборки, требующей меньше энергии (или использующей другие виды энергии) на основе модификации свойств «исходных» молекул благодаря процедуре конвариантной редупликации. «В понятии конвариантной редупликации учитывается как устойчивость, повторяемость, так и изменчивость, неповторимость не только процесса сохранения, передачи и реализации генетической информации, но и всей совокупности молекулярно-биологических процессов. Этот процесс лежит в основе эволюции. Без способности к редупликации (т.е. к созданию “дочерних молекул”) все возникающие изменения не фиксировались бы в потомках, а уничтожались. Более того, редупликация есть особая форма существования самого свойства воспроизведения, столь важного для различения живого и неживого» [4, с. 223]. Конвариантная редупликация создает возможности для изменения свойств эволюционирующего объекта и отсюда – возможность сохранения базового процесса (сборки-разборки) в иных условиях. Она же задает физико-химическую основу изменения тезауруса эволюционирующего объекта. Общим законом и для физических изменений живого, и для его тезауруса является восприятие изменений на некоторой, уже имеющейся и сохраняющейся неизменной, основе.

Эволюционирующим объектом, на который воздействовали источники периодических возмущений, был «первичный бульон», т.е. водная среда с нахо-

дающимися в ней органическими соединениями. «Выращивание» больших молекул в такой среде приобретало существенную вероятность с учетом, во-первых, случайных внешних воздействий (ударов молний, экстремальных изменений температуры и т.д.), способствовавших синтезу и имевших достаточное историческое время для своего надежного проявления, во-вторых, континуального разнообразия температурных и физико-химических условий водной среды, в-третьих, *огромного числа* как синхронных, так и последовательных «попыток» природы: сколько молекул, пусть даже «больших», может уместиться в пусть нескольких десятках кубов водной среды вблизи гейзера!? Так что эволюция живого никак не похожа на труд обезьянки, случайным образом напечатывавшей осмысленный текст...

В постепенном усложнении органических систем в ходе эволюции можно только условно выделить момент, когда эти системы перестали быть выделяющейся частью среды – *аттракторами*, как сказали бы синергетики, и получили право именоваться выделенными из среды и противопоставляемыми ей *системами*. И тем самым органические системы стали объектами исследования кибернетики, которая иногда настолько амбициозна, что использует выражения вроде «самодвижение», «саморазвитие», абсолютизируя систему и просто игнорируя среду (не поэтому ли синергетику иногда считают шагом вперед по сравнению с кибернетикой?). Можно предположить, что некий условный «момент» появления живой материи – это как раз момент наибольшей неопределенности между аттрактором в среде и системой, выделяемой из среды (в определении этого момента задействованы и понятие меры неопределенности – энтропии, и антропный принцип). Заметим, что жизнь часто характеризуют в разных контекстах как преодоление энтропии, но на самом деле наиболее важные («поворотные»!) события происходят именно «на гребне» энтропии, т.е. при максимальном ее значении (правда, уже не в термодинамическом смысле). Например, наивысшие темпы развития наблюдаются при наибольшей неопределенности в отношении наследственности и изменчивости развивающейся системы. Если преобладает наследственность, то система изменяется (развивается) недостаточно (недостаточно быстро). Если преобладает изменчивость, то следует, возможно, говорить уже о другой системе.

С точки зрения информационного подхода, эволюция живой материи, развитие вообще являются проявлениями увеличения тезауруса отдельного представителя или класса похожих на него объектов (популяции!). Увеличение тезауруса означает появление способности объекта реагировать на новые факторы внешней среды с сохранением базового механизма сборки-разборки, существования и несуществования этого объекта (например, реагирования на суточные, далее – сезонные колебания температуры). Ясно, что более удачливые микросистемы получали и большую надежность воспроизведения этого механизма, сохранения его во времени, выживания, а следовательно, воспроизводства этого типа систем, популяции.

На основании близости физико-химических свойств составляющих популяцию организмов можно говорить о соответствующих свойствах популя-

ции в целом. Аналогично, можно говорить о тезаурусе популяции. Развитие вида тогда означает развитие (увеличение) его тезауруса. Значение отдельной особи для вида в целом определяется ее влиянием на общевидовой тезаурус.

* * *

Такова коротко картина того, что могло происходить в эволюции материи, результатом которой стала жизнь, «доросшая» до стремления к самопознанию. Наблюдая процесс развития с высоты сегодняшнего состояния живого, трудно представить, что все действительно было способно начаться с совсем простых процессов. Но головокружительный прогресс информационной техники и технологии (буквально – продолжение эволюции перенесением ее на новую, «косную», платформу) за последние полвека показывает, что усложнение, как и распространение, тиражирование при наличии механизма – дело времени, иногда, как видим, очень небольшого по историческим меркам. А ведь в «распоряжении» жизни были миллиарды лет!

Человеческому восприятию, ориентированному на качество, трудно принять, что нет принципиального различия между «поведением» молекулы HCl в водном растворе и делением – сборкой сложнейших молекул, составляющих основу живой материи. Тем более, что иногда невозможно установить момент качественного перехода иначе, как удалившись на почтительное время от наблюдаемого процесса и потеряв способность различать количественные тонкости, это качество формирующие...

Поэтому момент, когда неживое стало живым, увидеть, зафиксировать невозможно, как невозможно и «увидеть» информацию. Можно исследовать некоторые состояния живой материи или организма и оценивать соответствующие тезаурусы, составляя об этом наше, человеческое, представление.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фогль Й. Поэтология знания // Вопросы философии. – 2012. – №8. – С. 106-116.
2. Огородник И.В. Становление диалектического мышления в биологии. Историко-гносеологический и методологический аспекты. – Київ: Вища школа, 1982. – 120 с.
3. Чалмерс Дэвид. Сознательный ум: В поисках фундаментальной теории / пер. с англ. – М. : УРСС: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2013. – 512 с.
4. Философия и современная биология / под общ. ред. И.Т. Фролова. – М. : Политиздат, 1973. – 288 с.

Материал поступил в редакцию 10.04.14.

Сведения об авторе

ЧУРСИН Николай Николаевич – доктор педагогических наук, заведующий кафедрой социальной информатики Восточно-украинского национального университета им. В.Дала (г.Луганск)
e-mail: Chursin2N@i.ua

Метрическое пространство состояний баз данных

Вводится понятие однородных ограничений целостности базы данных. Для схем баз данных с однородными ограничениями целостности определяется метрика в пространстве ее состояний. Показывается, что условию однородности ограничений целостности удовлетворяют многие распространенные ограничения целостности, используемые на практике. К ним относятся ключи, ссылочные зависимости, зависимости по соединению, ограничения многие ко многим и т.д. Введенные конструкции, позволяют строить метрические пространства состояний схем баз данных и открывают возможности исследования ограничений целостности баз данных с использованием методов и понятий «непрерывной математики».

Ключевые слова: реляционная база данных, операция над отношениями, метрическое пространство

1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Понятия «схема базы данных» и «состояние базы данных» прочно вошли в нашу жизнь. Однако даже для специалистов до сих пор остается проблемой исследование множества всех возможных допустимых состояний схемы базы данных и вопроса о том, как то или иное ограничение в базах данных может отразиться на множестве их допустимых состояний. В настоящей статье предлагается некоторый подход к исследованию этой проблемы, основанный на наблюдении, что стандартные ограничения целостности в базах данных удовлетворяют некоторым условиям однородности, что позволяет определить для схем баз данных с однородными ограничениями целостности полные метрические пространства обобщенных состояний. При этом если у вас есть интерпретация одной схемы базы данных в другую схему базы данных, то эта интерпретация индуцирует непрерывное отображение полных метрических пространств обобщенных состояний, соответствующих этим схемам баз данных. Отсюда следует, что многие вопросы относительно схем баз данных и интерпретаций одной схемы базы данных в другую могут быть сведены к изучению топологий полных метрических пространств обобщенных состояний схем баз данных, а также к исследованию непрерывных отображений между этими пространствами.

В этом разделе мы попытались дать определение однородного ограничения целостности схемы реляционной базы данных, показать, что все стандартные ограничения в базах данных являются однородными, и построить полные метрические пространства

обобщенных состояний для схем баз данных с однородными ограничениями целостности.

Приведем сначала для полноты изложения стандартные определения, принятые в теории реляционных баз данных [1, 2].

Определение 1. Схемой отношения $R(a_1, \dots, a_n)$ называется имя отношения R и множество имен атрибутов $\{a_1, \dots, a_n\}$. Для каждого имени атрибута a_j задано множество возможных значений этого атрибута D_{a_j} , которое называется доменом атрибута a_j . Домены для атрибутов с различными именами могут совпадать.

Определение 2. Схемой Sch базы данных называется набор схем отношений $R_1(a_{1,1}, \dots, a_{1,q_1}), \dots, R_n(a_{n,1}, \dots, a_{n,q_n})$ вместе с набором условий, которым должны удовлетворять отношения, соответствующие этим схемам отношений. Этот набор условий называется ограничениями целостности базы данных.

Примерами ограничений целостности являются выделение ключей в схемах отношений, выделение функциональных зависимостей между наборами атрибутов, ссылочные зависимости между атрибутами разных схем отношений, зависимости по соединению, ограничения по мощности между значениями атрибутов в отношении вида n к k и т. д. В общем алгебраическом подходе все эти ограничения целостности выражаются в виде системы уравнений:

$$f_1(R_1, \dots, R_n) = g_1(R_1, \dots, R_n)$$

$$\dots$$

$$f_k(R_1, \dots, R_n) = g_k(R_1, \dots, R_n)$$

где f_i и g_i для $i=1, \dots, k$, – это правильно построенные выражения (запросы) из имен схем отношений и имен операций реляционной алгебры.

В разных подходах к базам данных выделяются различные классы допустимых ограничений в схемах баз данных. В настоящей работе также будет использоваться некоторый подкласс допустимых ограничений целостности баз данных, который будет описан дальше.

Определение 3. Состоянием базы данных со схемой

$$Sch = \langle R_1, \dots, R_n; \text{Ограничения_целостности} \rangle$$

называется соответствие s схемам отношений

$$R_i(a_{i,1}, \dots, a_{i,q_i})$$

конечных отношений $r_i \subset D_{a_{i,1}} \times \dots \times D_{a_{i,q_i}}$

для $i=1, \dots, n$. Набор отношений $s = \langle r_1, \dots, r_n \rangle$ называется допустимым состоянием схемы Sch , если он удовлетворяет ограничениям целостности схемы базы данных.

Обозначение. Обозначим через $D = \prod_{t \in T} D_t$

разъединенное объединение доменов всех типов атрибутов (два атрибута считаются атрибутами одного типа, если у них совпадают домены). Через $S(Sch; D)$ обозначим множество всех допустимых состояний схемы базы данных Sch .

Определения, которые были приведены до сих пор, стандартны для теории баз данных. Перейдем к новым конструкциям.

Пусть $M = \{1, \dots, m\}$ – некоторое конечное множество и Sch – некоторая схема базы данных с доменом D . Рассмотрим эту же схему базы данных с доменом $M \times D$ – декартовым произведением множества M и прежнего домена D .

Обозначение. Если $r \subset D_{a_1} \times \dots \times D_{a_q}$ – отношение с доменом D , то через $M \cdot r$ обозначается отношение с доменом $M \times D$ вида:

$$M \cdot r = \{ \langle (m, d_1), \dots, (m, d_n) \rangle \mid m \in M; \langle d_1, \dots, d_n \rangle \in r \}.$$

Для каждой строки $\langle d_1, \dots, d_n \rangle$ отношения r имеется ровно $|M|$ различных строк отношения $M \cdot r$ вида $\langle (m, d_1), \dots, (m, d_n) \rangle$, где $m \in M$. Если $s = \langle r_1, \dots, r_n \rangle$ состояние схемы базы данных, то через отношение $M \cdot s$ обозначается состояние базы данных $M \cdot s \stackrel{\text{def}}{=} \langle M \cdot r_1, \dots, M \cdot r_n \rangle$.

Определение 4. Ограничение целостности схемы базы данных Sch называется однородным, если из допустимости состояния $s = \langle r_1, \dots, r_n \rangle$ схемы Sch следует допустимость состояния $M \cdot s = \langle M \cdot r_1, \dots, M \cdot r_n \rangle$ этой схемы для любого конечного множества M .

В дальнейшем будут рассматриваться только однородные ограничения целостности.

Определение 5. Операция $F(R_1, \dots, R_q)$ над отношениями называется однородной, если для любого

набора отношений $r_1, \dots, r_n$, допустимого для операции F , и любого конечного множества M выполняется соотношение: $F(M \cdot r_1, \dots, M \cdot r_q) = M \cdot F(r_1, \dots, r_q)$.

Следующее утверждение легко проверяется.

Утверждение 1. Теоретико-множественные операции над отношениями $R_1 \cup R_2$ – объединения, $R_1 \cap R_2$ – пересечения, $R_1 \setminus R_2$ – разности являются однородными. Операции проекции отношения на подмножество атрибутов, соединения отношений по непустому пересечению множеств атрибутов отношений, переименования атрибутов также однородны. Операция декартового произведения отношений $R_1 \times R_2$ – неоднородна. Если $\varphi: A \rightarrow B$ – согласование наборов атрибутов, $R_1(A)$ и $R_2(B)$ – отношения с соответствующими наборами атрибутов, то операция $\varphi_*(R_1) \cap R_2$ – однородна, где $\varphi_*(R_1)$ – прямой образ отношения R_1 относительно φ . (Определения соответствующих операций см. в [2].)

Утверждение 2. Если ограничение целостности вида

$$f(R_1, \dots, R_n) = g(R_1, \dots, R_n)$$

представляется правильно построенными выражениями f и g из имен отношений $R_1, \dots, R_n$ и имен однородных операций, то это ограничение само однородно.

Доказательство. Если $s = \langle r_1, \dots, r_n \rangle$ – допустимое состояние для ограничения $f(R_1, \dots, R_n) = g(R_1, \dots, R_n)$, то, по определению допустимости, равенство $f(r_1, \dots, r_n) = g(r_1, \dots, r_n)$ верно. Так как выражения f и g строятся из однородных операций, то для любого конечного множества M выполняются равенства

$$\begin{aligned} f(M \cdot r_1, \dots, M \cdot r_n) &= M \cdot f(r_1, \dots, r_n) = \\ &= M \cdot g(r_1, \dots, r_n) = g(M \cdot r_1, \dots, M \cdot r_n). \end{aligned}$$

Отсюда получаем равенство $f(M \cdot r_1, \dots, M \cdot r_n) = g(M \cdot r_1, \dots, M \cdot r_n)$, которое соответствует требованию однородности этого соотношения.

Легко проверить, что однородными являются ограничения в виде функциональных зависимостей, ссылочных зависимостей, зависимостей по соединению отношений и т.д., так как они выражаются в виде равенств термов, использующих только однородные операции над отношениями.

С другой стороны, такое ограничение как требование, что отношение $R(x, y)$ является всюду определенным отношением по атрибуту x , неоднородно. Неоднородным ограничением является также равенство $R_3 = R_1 \times R_2$, где знак $\times$ означает декартово произведение отношений.

Итак, пусть Sch – схема базы данных с однородными ограничениями целостности и $M = \{1, \dots, m\}$ – не-

которое множество. Введем отношение эквивалентности на объединении

$$S_{\infty}(Sch; M, D) \stackrel{\text{def}}{=} \coprod_{n \in \mathbb{Z}^+} S(Sch; M^n \times D)$$

множеств $S(Sch; M^n \times D)$ состояний схемы базы данных с доменами $M^n \times D$ для всех неотрицательных целых чисел $n \in \mathbb{Z}^+ = \{0, 1, 2, \dots\}$.

Определение 6. Через $\sim$ обозначим наименьшее отношение эквивалентности на множестве $S_{\infty}(Sch; M, D) \stackrel{\text{def}}{=} \coprod_{n \in \mathbb{Z}^+} S(Sch; M^n \times D)$, содержащее пары $s \sim M \cdot s$, где состояние базы данных $s \in S_{\infty}(Sch; M, D)$. Фактор множество множеств $S_{\infty}(Sch; M, D)$ по построенному отношению эквивалентности $\sim$ называется множеством обобщенных состояний схемы базы данных Sch и обозначается через

$$\tilde{S}(Sch; M, D) \stackrel{\text{def}}{=} S_{\infty}(Sch; M, D) / \sim.$$

Определение 7. Если $\tilde{s}_1, \tilde{s}_2 \in \tilde{S}(Sch; M, D)$ – обобщенные состояния схемы базы данных, и $s_1^N, s_2^N \in S(Sch; M^N \times D)$ – их представители для достаточно большого N . Тогда расстояние $\rho(\tilde{s}_1, \tilde{s}_2)$ между этими обобщенными состояниями по определению полагается равным

$$\rho(\tilde{s}_1, \tilde{s}_2) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{|s_1^N \Delta s_2^N|}{|M|^N},$$

где $s_1^N \Delta s_2^N \stackrel{\text{def}}{=} (s_1^N \setminus s_2^N) \cup (s_2^N \setminus s_1^N)$ – симметрическая разность множеств s_1^N и s_2^N , а через $|X|$ обозначается число элементов в множестве X .

Легко видеть, что функция $\rho(\tilde{s}_1, \tilde{s}_2)$ не зависит от числа N и удовлетворяет свойствам метрики (положительности для несовпадающих элементов, симметрии и неравенству треугольника) метрического пространства.

Построенное метрическое пространство

$$\tilde{S}(Sch; M, D)$$

не является полным, т. е. не всякая бесконечная последовательность Коши $\tilde{s}_1, \tilde{s}_2, \dots \in \tilde{S}(Sch; M, D)$ обобщенных состояний базы данных сходится в этом пространстве. Это следует, например из того, что все расстояния в пространстве $\tilde{S}(Sch; M, D)$ – рациональные числа. Напомним (см., например, [3]), что последовательность элементов $\tilde{s}_1, \tilde{s}_2, \dots \in \tilde{S}(Sch; M, D)$ называется последовательностью Коши, если для любого $\varepsilon > 0$ существует такое большое натуральное число N , что для всех $i_1, i_2 > N$ расстояние между членами последовательности $\rho(\tilde{s}_{i_1}, \tilde{s}_{i_2}) < \varepsilon$.

Определение 8. Полным пространством обобщенных состояний $\hat{S}(Sch; M, D)$ схемы базы данных Sch называется стандартное пополнение про-

странства $\tilde{S}(Sch; M, D)$ по метрике ρ . Элементами пространства $\hat{S}(Sch; M, D)$ являются классы эквивалентных последовательностей Коши метрического пространства $\tilde{S}(Sch; M, D)$. Напомним, что две последовательности Коши $\tilde{s}_1, \tilde{s}_2, \dots$ и $\tilde{s}'_1, \tilde{s}'_2, \dots$ называются эквивалентными, если для любого $\varepsilon > 0$ существует такое большое натуральное число N , что для всех $i_1, i_2 > N$, расстояние между членами последовательностей $\rho(\tilde{s}_{i_1}, \tilde{s}'_{i_2}) < \varepsilon$.

Заметим, что, если схема базы данных $FreeSch$ содержит те же схемы отношений, что и схема Sch , но не содержит никаких соотношений, то каждое допустимое состояние схемы базы данных Sch является допустимым состоянием схемы $FreeSch$. Это индуцирует вложение множеств состояний $S(Sch; M^n \times D) \subset S(FreeSch; M^n \times D)$ и, соответственно, вложение множеств обобщенных состояний $\tilde{S}(Sch; M, D) \subset \tilde{S}(FreeSch; M, D)$ с сохранением расстояний между состояниями и, следовательно, индуцирует вложение пополненных метрических пространств обобщенных состояний $\hat{S}(Sch; M, D) \subset \hat{S}(FreeSch; M, D)$, для которого верно следующее утверждение.

Утверждение 3. Подмножество обобщенных состояний $\hat{S}(Sch; M, D)$ схемы базы данных Sch является замкнутым подмножеством в полном метрическом пространстве $\hat{S}(FreeSch; M, D)$.

Задачей направления, определенного настоящей статьей, является изучение того, как топология пространства $\hat{S}(Sch; M, D)$ связана с ограничениями целостности схемы базы данных Sch , и какие замкнутые подпространства в $\hat{S}(FreeSch; M, D)$ выделяются ограничениями целостности. Здесь напрашивается аналогия с задачей алгебраической геометрии, но, в отличие от алгебраической геометрии, вместо алгебраических уравнений рассматриваются логические ограничения целостности схем баз данных, и пространства, соответствующие схемам баз данных, имеют хорошую топологию, заданную метрикой на пространстве обобщенных состояний схемы базы данных.

2. НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕРЫ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВА СОСТОЯНИЙ СХЕМ БАЗ ДАННЫХ

2.1. Случай схем баз данных, состоящих из унарных отношений

Рассмотрим простейшие примеры, которые позволяют нам представить пространства $\hat{S}(Sch; M, D)$ и построить геометрические образы построенных конструкций.

В простейшем случае будем предполагать, что домен D состоит из одного элемента $D = \{d\}$, а множе-

ство M , с помощью которого мы будем расширять домен, состоит из двух элементов $M=\{0;1\}$.

Будем предполагать также, что схема базы данных состоит из одного унарного отношения $Sch=\{R(a)\}$, а ограничений целостности нет.

В этом случае множество состояний схемы базы данных состоит из двух элементов $S(Sch;D)=\{\Lambda, \{d\}\}$. В первом состоянии схеме отношения $R(a)$ соответствует пустое множество Λ , во втором — одноэлементное множество $\{d\}$.

В свою очередь, множество состояний $S(Sch;M \times D)$ состоит из четырех элементов, как множество всех подмножеств декартового произведения $M \times D = \{(0,d);(1,d)\}$. Для геометрического представления $S(Sch;M \times D)$ поставим в соответствие элементам $(0,d)$ и $(1,d)$ полуинтервалы $(0;1/2]$ и $(1/2;1]$ — подмножества полуинтервала $(0;1]$. Тогда множество состояний $S(Sch;M \times D)$ представляется (изоморфно булевой алгебре подмножеств) в виде алгебры подмножеств полуинтервала $(0;1]$, порожденной полуинтервалами $(0;1/2]$ и $(1/2;1]$.

Соответственно, множество состояний

$$S(Sch;M^2 \times D)$$

имеет число элементов 2^4 , как число подмножеств множества

$$M^2 \times D = \{(0,0,d);(0,1,d);(1,0,d);(1,1,d)\},$$

состоящего из четырех элементов. Для геометрического представления $S(Sch;M^2 \times D)$, по аналогии с предыдущим, устанавливается биекция этого множества с подмножествами в $(0;1]$, состоящих из полуинтервалов с концами в точках $0, 1/4, 1/2, 3/4, 1$. Так, атомарным элементам булевой алгебры $S(Sch;M^2 \times D)$ ставятся в соответствие следующие полуинтервалы:

$$\begin{aligned} \{(0,0,d)\} &\mapsto (0;1/4]; & \{(1,0,d)\} &\mapsto (1/4;1/2]; \\ \{(0,1,d)\} &\mapsto (1/2;3/4]; & \{(1,1,d)\} &\mapsto (3/4;1]. \end{aligned}$$

Элемент $S(Sch;M^2 \times D)$ в нашем случае — это произвольное подмножество в множестве $M^2 \times D$. Оно является объединением атомов, и ему в геометрическом представлении соответствует объединение соответствующих полуинтервалов.

В общем случае, элементы множества $S(Sch;M^n \times D)$, когда $D=\{d\}$ и $M=\{0;1\}$, геометрически представляются также некоторыми подмножествами в полуинтервале $(0;1]$. То есть строится изоморфизм между булевой алгеброй всех подмножеств множества $M^n \times D$ и булевой алгеброй некоторых подмножеств в полуинтервале $(0;1]$, которые являются объединениями полуинтервалов с концами полуинтервалов в точках вида $k/2^n$, где $0 \leq k \leq 2^n$. При этом атомарным элементам булевой алгебры $S(Sch;M^n \times D)$ вида $\{(\varepsilon_n, \dots, \varepsilon_1, d)\}$, где $\varepsilon_i \in M = \{0;1\}$ для $i = 1, \dots, n$, ставятся в соответствие полуинтервалы вида $(t_\varepsilon, t_\varepsilon + 1/2^n]$, длины $1/2^n$, где $t_\varepsilon = \varepsilon_1/2 + \varepsilon_2/2^2 + \dots + \varepsilon_n/2^n$. Остальные эле-

менты $S(Sch;M^n \times D)$ являются объединениями атомарных, и им ставятся в соответствие подмножества в $(0;1]$, которые являются объединениями соответствующих полуинтервалов.

Обозначение. Булеву алгебру подмножеств в полуинтервале $(0;1]$, которые могут быть представлены объединениями полуинтервалов с концами в точках вида $k/2^n$, где $k = 0, 1, \dots, 2^n$, обозначим через $P((0;1];1/2^n)$ ($1/2^n$ — длина наименьшего подинтервала), а описанный выше изоморфизм булевых алгебр $S(Sch;M^n \times D)$ и $P((0;1];1/2^n)$ обозначим через j_n .

Заметим, что отображению умножения $M \cdot : S(Sch;M^n \times D) \rightarrow S(Sch;M^{n+1} \times D)$ состояний базы данных на множество M , которое для однородных ограничений введено в Определении 4, соответствует обычное вложение множества $P((0;1];1/2^n)$ как подмножества в $P((0;1];1/2^{n+1})$. Более точно, верно следующее утверждение.

Утверждение 4. Следующая диаграмма отображений

$$\begin{array}{ccc} S(Sch;M^n \times D) & \xrightarrow{M \cdot} & S(Sch;M^{n+1} \times D) \\ \downarrow j_n & & \downarrow j_{n+1} \\ P((0;1];1/2^n) & \subset & P((0;1];1/2^{n+1}) \end{array}$$

коммутативна.

Так как все отображения в диаграмме утверждения 4 являются гомоморфизмами булевых алгебр, то коммутативность диаграммы достаточно проверить на атомарных элементах булевой алгебры $S(Sch;M^n \times D)$. Легко видеть, что по определению отображения j_n атомарному элементу в $S(Sch;M^n \times D)$ соответствует полуинтервал длины $1/2^n$, а при отображении умножения на двухэлементное множество M , атом (состояние из одной строки) переходит в состояние — объединение двух атомов (из двух строк) в $S(Sch;M^{n+1} \times D)$ и, соответственно, при отображении j_{n+1} переходит в тот же полуинтервал — объединение двух соседних полуинтервалов длины $1/2^{n+1}$ в $P((0;1];1/2^{n+1})$.

Следствием утверждения 4 и определения 6 получим в пределе при n , стремящемся к бесконечности, биекцию

$$\tilde{j} : \tilde{S}(Sch;M,D) \rightarrow \bigcup_{n \in \mathbb{N}} P((0;1];1/2^n)$$

и следующее утверждение.

Утверждение 5. Множество обобщенных состояний $\tilde{S}(Sch;M,D)$ схемы базы данных с одним унарным отношением и доменом из одного элемента находится в биекции $\tilde{j}$ с множеством $\bigcup_{n \in \mathbb{N}} P((0;1];1/2^n)$ — множеством подмножеств в

полуинтервале $(0;1]$, представимых в виде конечного объединения полуинтервалов с концами в точках $k/2^n$, где $0 \leq k \leq 2^n$, и $n \in \mathbb{Z}^+$.

Теперь вспомним Определение 7 о расстоянии между обобщенными состояниями. Легко проверить, что биекция $\tilde{j}$ сохраняет расстояния, если в множестве $\bigcup_{n \in \mathbb{N}} P((0;1]; 1/2^n)$ ввести расстояние между

элементами $X, Y \in \bigcup_{n \in \mathbb{N}} P((0;1]; 1/2^n)$, равным длине

симметрической разности множеств X и Y , где X и Y – подмножества в полуинтервале $((0;1]$, состоящие из объединений конечного числа полуинтервалов с концами в точках $k/2^n$, где $0 \leq k \leq 2^n$, и $n \in \mathbb{Z}^+$. Отсюда следует, что и пополнения по метрике соответствующих пространств изометричны.

Пополнение пространства $\tilde{S}(Sch; M, D)$ по метрике дает, в соответствии с Определением 8, полное пространство обобщенных состояний $\hat{S}(Sch; M, D)$ схемы базы данных Sch .

С другой стороны пополнением пространства $\bigcup_{n \in \mathbb{N}} P((0;1]; 1/2^n)$ по введенной метрике дает пространство $I((0;1])$ измеримых подмножеств на полуинтервале $(0;1]$, заданных с точностью до подмножеств меры 0, с расстоянием между подмножествами, равным мере симметрической разности подмножеств.

Эту конструкцию легко обобщить на случай, когда в домене D не один элемент. Тогда каждому элементу из домена D соответствует свой полуинтервал длины 1 и, следовательно, всему домену D будет соответствовать полуинтервал $(0;|D|]$, где $|D|$ – число элементов в множестве D .

Таким образом, верна следующая теорема.

Теорема 1. Если схема базы данных Sch состоит из одного унарного отношения, и ограничений целостности нет, то полное пространство обобщенных состояний $\hat{S}(Sch; M, D)$ схемы базы данных Sch изометрично пространству $I((0;|D|])$ измеримых подмножеств на полуинтервале $(0;|D|]$, заданных с точностью до подмножеств меры 0, и с расстоянием между подмножествами, равным мере симметрической разности подмножеств.

Если схема базы данных Sch состоит не из одного унарного отношения, а из n , т. е. $Sch = \langle R_1(a_1), \dots, R_n(a_n) \rangle$, то состояние такой схемы состоит из набора состояний отношений. Поэтому верна следующая теорема.

Теорема 2. Если схема базы данных $Sch = \langle R_1(a_1), \dots, R_n(a_n) \rangle$ состоит из n унарных отношений, и ограничений целостности нет, то полное пространство обобщенных состояний $\hat{S}(Sch; M, D)$ схемы базы данных Sch изометрично пространству $I((0;|D_1|]) \times \dots \times I((0;|D_n|])$ – декартовому произведению метрических пространств $I((0;|D_i|])$, где $I((0;|D_i|])$ то же, что и в Теореме 1, пространств

$I((0;|D_i|])$, заданных с точностью до подмножеств меры 0, и $|D_i|$ – число элементов в домене атрибута a_i , $i = 1, \dots, n$. Метрика в декартовом произведении метрических пространств равна сумме метрик множителей: $\rho(\langle X_1, \dots, X_n \rangle; \langle Y_1, \dots, Y_n \rangle) = \rho(X_1, Y_1) + \dots + \rho(X_n, Y_n)$ для любых $X_i, Y_i \in I((0;|D_i|])$, $i = 1, \dots, n$. Такое метрическое пространство в свою очередь изометрично пространству $I((0;|D|])$, где

$D = \prod_{i=1}^n D_i$ – разъединенное объединение доменов атрибутов.

2.2 Случай схем баз данных, состоящих из n -арных отношений

Рассмотрим пример, когда схема базы данных Sch состоит из одного бинарного отношения $R(a_1, a_2)$, а домен $D = \{d\}$ состоит из одного элемента. В этом случае, множество состояний $S(Sch; D)$ схемы базы данных состоит из двух элементов Λ и $\{\langle d; d \rangle\}$ – пустого и из одной строки. Как и ранее, будем предполагать, что множество $M = \{0;1\}$ состоит из двух элементов. Тогда $S(Sch; M \times D)$ – множество всех бинарных отношений с доменом $M \times D = \{(0;d), (1;d)\}$, т.е. это множество всех подмножеств в декартовом произведении $(M \times D) \times (M \times D)$. Так как множество $M \times D$ состоит из двух элементов, а множество $(M \times D) \times (M \times D)$ – из четырех элементов, то множество всех подмножеств в $(M \times D) \times (M \times D)$ состоит из 2^4 элементов.

Рассмотрим определение отображения умножения $M \cdot : S(Sch; D) \rightarrow S(Sch; M \times D)$ в нашем случае. В соответствии с этим определением пустое отношение переходит в пустое, а одноэлементное $\{\langle d; d \rangle\} \in S(Sch; D)$ переходит в двухэлементное $M \cdot \{\langle d; d \rangle\} = \{\langle (0;d); (0;d) \rangle; \langle (1;d); (1;d) \rangle\}$ диагональное подмножество в декартовом произведении $(M \times D) \times (M \times D)$.

Для геометрического представления множества состояний $S(Sch; M \times D)$ рассмотрим квадрат $(0;1] \times (0;1]$ (рис. 1). Каждая сторона этого квадрата разбивается на два полуинтервала – $(0;1/2]$ и $(1/2;1]$. Тогда весь квадрат $(0;1] \times (0;1]$ разбивается на четыре меньших квадрата. В каждом квадрате выделяется «главная» диагональ.

Получается четыре диагонали, а в $(M \times D) \times (M \times D)$ также четыре элемента. При геометрическом представлении элементу $\langle (0;d); (0;d) \rangle$ ставится в соответствие диагональ $((0;0); (1/2;1/2)]$, элементу $\langle (0;d); (1;d) \rangle$ ставится в соответствие диагональ $((0;1/2); (1/2;1)]$, элементу $\langle (1;d); (0;d) \rangle$ ставится в соответствие диагональ $((1/2;0); (1;1/2)]$, элементу

$\langle (1;d);(1;d) \rangle$ ставится в соответствие диагональ $\langle (1/2;1/2);(1;1) \rangle$, а подмножеству элементов из $(M \times D) \times (M \times D)$ (состоянию базы данных) ставится в соответствие объединение диагоналей квадратов, соответствующих элементам этого подмножества. При этом масштаб длин выбирается так, чтобы длина диагонали $\langle (0;0);(1;1) \rangle$ всего квадрата была равна единице. Тогда расстояние между состояниями, определенное выше, будет равно длине симметрической разности соответствующих им подмножеств, составленных из диагоналей квадратов.

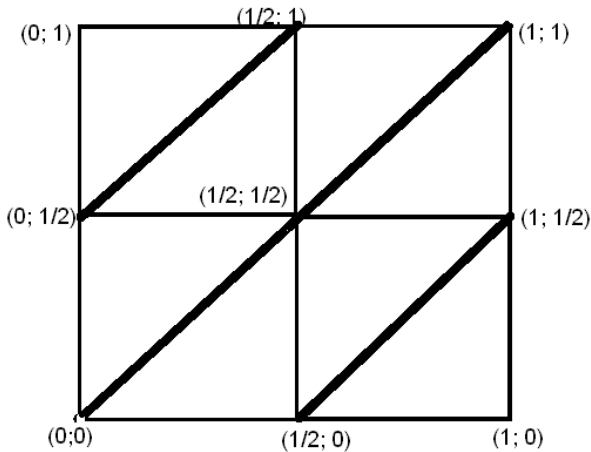


Рис. 1. Геометрическое представление $S(Sch; M \times D)$

Рассмотрим далее множество состояний $S(Sch; M^2 \times D)$ (рис. 2). Это множество всех бинарных отношений с доменом $M^2 \times D$ или множество всех подмножеств в декартовом произведении $(M^2 \times D) \times (M^2 \times D)$. Для геометрического представления множества состояний $S(Sch; M^2 \times D)$ рассмотрим тот же квадрат $(0;1] \times (0;1]$. Каждая сторона этого квадрата теперь разбивается на четыре равных полуинтервала, т.е. каждый полуинтервал в предыдущем представлении для $S(Sch; M \times D)$ разбивается пополам. Тогда весь квадрат $(0;1] \times (0;1]$ уже разбивается на 16 меньших квадратов. В каждом квадрате также выделяется главная диагональ. Во множестве $(M^2 \times D) \times (M^2 \times D)$ также 16 элементов, и при геометрическом представлении каждому элементу $\langle (\varepsilon_2^1, \varepsilon_1^1, d); (\varepsilon_2^2, \varepsilon_1^2, d) \rangle \in (M^2 \times D) \times (M^2 \times D)$ ставится в соответствие свой диагональный полуинтервал, соединяющий точки с координатами (t^1, t^2) и $(t^1 + (1/4), t^2 + (1/4))$, где $t^1 = \varepsilon_1^1/2 + \varepsilon_2^1/2^2$; $t^2 = \varepsilon_1^2/2 + \varepsilon_2^2/2^2$; и $\varepsilon_1^1, \varepsilon_2^1, \varepsilon_1^2, \varepsilon_2^2 \in M = \{0;1\}$.

Тогда отображению умножения $M \cdot : S(Sch; M \times D) \rightarrow S(Sch; M^2 \times D)$ в геометрическом представлении соответствует, как нетрудно видеть, вложение одного представления в другое.

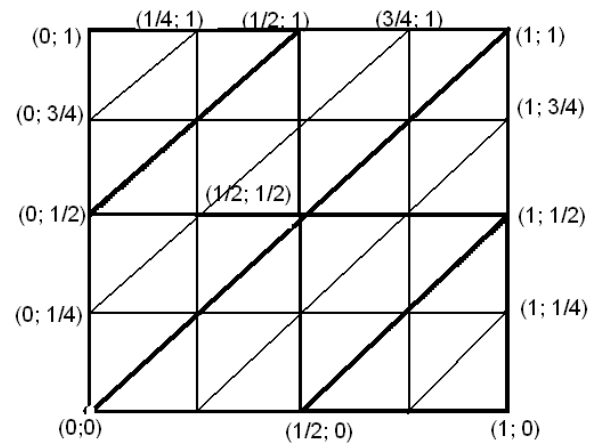


Рис. 2. Геометрическое представление $S(Sch, M^2 \times D)$

Аналогичные картинки получаются для $S(Sch, M^n \times D)$ и отображений $M \cdot : S(Sch, M^n \times D) \rightarrow S(Sch; M^{n+1} \times D)$.

В пределе при $n \rightarrow \infty$ получим, что геометрическому представлению обобщенного состояния в нашем случае соответствует подмножество в диагональной штриховке квадрата $(0;1] \times (0;1]$, которое может быть получено конечными объединениями отрезков, соединяющих точки с координатами вида (t^1, t^2) и $(t^1 + (1/2^n), t^2 + (1/2^n))$, где $t^i = \varepsilon_1^i/2 + \dots + \varepsilon_n^i/2^n$; $\varepsilon_1^i, \dots, \varepsilon_n^i \in M = \{0;1\}$; для $i \in \{1,2\}$ и натуральных чисел n .

Пополнение этого пространства дает геометрическое представление полного пространства обобщенных состояний схемы базы данных для схемы, состоящей из бинарного отношения.

Эту конструкцию легко обобщить на случай, когда в доменах D_{a_1} и D_{a_2} атрибутов a_1 и a_2 не по одному элементу. По аналогии, для геометрического представления пространства обобщенных состояний схемы базы данных с одним бинарным отношением строим прямоугольник размером $|D_{a_1}|$ на $|D_{a_2}|$, разбитым на клетки, соответствующие парам $\langle d_i, d_j \rangle \in D_{a_1} \times D_{a_2}$. Тогда в геометрическом представлении каждой строке $\langle d_i, d_j \rangle$ соответствует диагональ в своей клетке. Длина диагонали в каждой клетке принимается равной единице. Для представления $(M \times D_{a_1}) \times (M \times D_{a_2})$ каждая клетка дробится на более мелкие прямоугольные клетки, разбивая каждую сторону исходной клетки на $|M|$ равных частей. В каждой мелкой клетке берутся главные диагонали, которые ставятся во взаимно однозначное соответствие с элементами множества $(M \times D_{a_1}) \times (M \times D_{a_2})$. Аналогичные построения делаются для $(M^n \times D_{a_1}) \times (M^n \times D_{a_2})$ при $n \in \mathbb{N}$. Объединение множеств таких диагона-

лей при для всех $n \in N$ обозначим через $Diag(|D_{a_1}|, |D_{a_2}|, |M|)$ и будем называть диагональной штриховкой прямоугольника. Это подмножество в прямоугольнике дает основу для геометрического представления метрического пространства обобщенных состояний базы данных.

Каждое обобщенное состояние $\tilde{s} \in \tilde{S}(Sch, M, D)$ по определению является состоянием $\tilde{s} \in S(Sch, M^n \times D)$ для некоторого n и, следовательно, для схемы базы данных, заданной одним бинарным отношением, является подмножеством строк $\tilde{s} \subset (M^n \times D_{a_1}) \times (M^n \times D_{a_2})$ в $(M^n \times D_{a_1}) \times (M^n \times D_{a_2})$. Геометрическим представлением обобщенного состояния $\tilde{s}$ является подмножество в диагональной штриховке $Diag(|D_{a_1}|, |D_{a_2}|, |M|)$. Это подмножество строится объединением конечного числа диагоналей в диагональной штриховке для диагоналей, соответствующих строкам, входящим в $\tilde{s}$. При этом расстояние $\rho(\tilde{s}_1, \tilde{s}_2)$ между обобщенными состояниями, заданное определением 7, равно длине симметрической разности подмножеств в диагональной штриховке прямоугольника, соответствующих геометрическому представлению $\tilde{s}_1$ и $\tilde{s}_2$.

Пополнение этого пространства конечных диагональных подмножеств в множестве $Diag(|D_{a_1}|, |D_{a_2}|, |M|)$ по метрике, равной мере симметрической разности таких подмножеств, дает изометричное геометрическое представление полного пространства обобщенных состояний схемы базы данных для схемы, состоящей из одного бинарного отношения. Элементом этого пополненного пространства являются произвольные (с точностью до подмножеств меры 0) измеримые подмножества конечной меры в $Diag(|D_{a_1}|, |D_{a_2}|, |M|)$.

Таким образом, можно сформулировать следующую теорему.

Теорема 3. Если схема базы данных Sch состоит из одного бинарного отношения, и нет ограничений целостности базы данных, то полное пространство обобщенных состояний $\hat{S}(Sch; M, D)$ схемы базы данных Sch изометрично пространству $I(Diag(|D_{a_1}|, |D_{a_2}|, |M|))$ измеримых подмножеств в диагональной штриховке $Diag(|D_{a_1}|, |D_{a_2}|, |M|)$, заданных с точностью до подмножеств меры 0, и с расстоянием между подмножествами, равным мере симметрической разности подмножеств.

Аналогичные рассуждения можно провести и для случая, когда схема базы данных состоит из одного k -арного отношения, т.е. $Sch = \{R(a_1, \dots, a_k)\}$. В этом случае для геометрического представления обобщенных состояний схемы базы данных вместо прямоугольника нужно взять k -мерный параллелепипед, i -я сторона которого разделена на $|D_i|$ равных отрезков. Через концы отрезков проведены перпенди-

кулярно отрезкам гиперплоскости. В результате параллелепипед разбивается гиперплоскостями на $|D_{a_1}| \times \dots \times |D_{a_k}|$ равные ячейки – параллелепипеды меньших размеров. Предполагается, что диагонали ячеек равны 1. Вместо диагональной штриховки $Diag(|D_{a_1}|, |D_{a_2}|, |M|)$ в прямоугольнике берем диагональную штриховку $Diag(|D_{a_1}|, \dots, |D_{a_k}|, |M|)$ в k -мерном параллелепипеде размерами $|D_{a_1}| \times \dots \times |D_{a_k}|$. Штриховка является объединением всех отрезков, соединяющих точки $(t^1, \dots, t^k)$ и $(t^1 + (1/|M|^n), \dots, t^k + (1/|M|^n))$, где

$$t^i = \varepsilon_0^i + \frac{\varepsilon_1^i}{|M|} + \dots + \frac{\varepsilon_n^i}{|M|^n};$$

ε_0^i – целое число от 0 до $|D_i| - 1$;

$$\varepsilon_1^i, \dots, \varepsilon_n^i \in \{0, 1, \dots, |M| - 1\};$$

для $i = 1, \dots, k$ и $n \in N$.

Таким образом, можно сформулировать более общую теорему.

Теорема 4. Если схема базы данных $Sch = \{R(a_1, \dots, a_k)\}$ состоит из одного k -арного отношения, и нет ограничений целостности, то полное пространство обобщенных состояний $\hat{S}(Sch; M, D)$ схемы базы данных Sch изометрично пространству $I(Diag(|D_{a_1}|, \dots, |D_{a_k}|, |M|))$ измеримых подмножеств в диагональной штриховке $Diag(|D_{a_1}|, \dots, |D_{a_k}|, |M|)$ k -мерного параллелепипеда $|D_{a_1}| \times \dots \times |D_{a_k}|$, заданных с точностью до подмножеств меры 0, и с расстоянием между подмножествами, равным мере симметрической разности подмножеств.

В заключение этого раздела сформулируем утверждение, легко следующее из определений.

Теорема 5. Если схема базы данных Sch является объединением двух непересекающихся подсхем Sch' и Sch'' , то каждое состояние схемы Sch задается состояниями ее подсхем Sch' и Sch'' . Более того, метрическое пространство состояний $\hat{S}(Sch; M, D)$ изометрично декартовому произведению пространств $\hat{S}(Sch'; M, D)$ и $\hat{S}(Sch''; M, D)$ с метрикой на декартовом произведении, равной сумме метрик на сомножителях.

* * *

В настоящей работе удалось заметить, что обычные ограничения целостности в реляционных базах данных обладают свойством однородности. Это свойство позволяет «раздувать» состояния баз данных, увеличивая число записей в базе данных, по существу не меняя самого состояния. Это позволило ввести метрику между состояниями так, что пространство обобщенных состояний схемы базы данных стало полным метрическим пространством, ко-

торое является замкнутым подпространством в метрическом пространстве обобщенных состояний схемы базы данных с теми же схемами отношений, но без ограничений целостности.

В статье сделана попытка изучить топологию метрических пространств состояний свободных схем баз данных (схем баз данных без ограничений целостности).

Целью дальнейших исследований в этом направлении является изучение топологии пространства состояний реляционных схем баз данных с различными видами ограничений целостности. Для исследования топологии этих пространств могли быть привлечены развитые методы алгебраической топологии [4]. Это позволило бы строить новые алгебраические инварианты схем баз данных в направлении, отличном от [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мейер Д. Теория реляционных баз данных. – М.: Мир, 1987.
2. Бениаминов Е.М. Алгебраические методы в теории баз данных и представлении знаний. – М.: Научный мир, 2003.

3. Бураго Д.Ю., Бураго Ю.Д., Иванов С.В. Курс метрической геометрии. – Ижевск: Ин-т компьютер. исслед., 2004.
4. Век Дж. У. Теория гомологий. Введение в алгебраическую топологию. – М.: МЦНМО, 2005.
5. Beniaminov E.M. Algebraic Invariants of Database Schemes // Proceedings of the Second International Workshop on Advances in Databases and Information Systems (ADBIS'95). – 1995. – Vol. 1. – P. 259-263. – URL: <http://beniaminov.rsuh.ru/Adbis.pdf> (дата обращения: 15.10.2015).

Материал поступил в редакцию 20.10.15.

Сведения об авторе

БЕНИАМИНОВ Евгений Михайлович – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой Российского государственного гуманитарного университета, Москва
E-mail: ebeniamin@yandex.ru

В.Н. Бетин, С.Э. Лукьянов, А.П. Супрун

Использование метазнаний в системе поддержки принятия решений, реализованной в формализме сетей функциональных нейронов

Описывается развитие формализма сетей функциональных нейронов (ФН-сетей), разработанного для создания спектра информационных систем, реализующих интеллектуальную компьютерную обработку разнородных данных от разных информационных источников в автоматизированных системах поддержки принятия решений. Рассмотрены ограничения этого формализма при решении задач, когда временные интервалы, на которых ищется решение, заданы в виде неопределенных переменных. Предложен способ обхода этих ограничений путем ввода в контекст решения знаний о внутренней структуре данных (метазнаний) об этих интервалах и показано, что использование метазнаний не только решает проблему, но и повышает эффективность поиска решения за счет привлечения дополнительных сведений из базы знаний и контекста задачи.

Ключевые слова: искусственный интеллект, системы поддержки принятия решений, метазнания, ФН-сеть, автоматический поиск решений, автоматический синтез алгоритмов, системы понимания текста, смысловая обработка информации, информационно аналитические системы, машины логического вывода, обобщение знаний

Трудно представить современную деятельность в сфере управления большими системами без использования систем поиска информации, извлечения знаний из больших массивов неструктурированных данных, автоматического реферирования, перевода и прочих прикладных систем, образующих ядро интеллектуальных систем поддержки принятия решений (ИСППР) ситуационных центров [1]. Независимо от назначения и сферы применения, отличительной особенностью таких систем является возможность использования баз знаний (БЗ) для построения управленческих решений и прогнозов с помощью машины логического вывода. Известны различные подходы к реализации машин логического вывода, в частности, это подходы, основанные на применении семантических сетей [2], а также попытки реализовать нечеткую логику путем использования традиционных искусственных многослойных нейронных сетей [3-5]. Однако формирование семантических сетей в виде онтологий сталкивается с проблемами при объединении знаний из разных предметных областей, а традиционные искусственные нейроны (ИНС) пока не научились использовать онтологии. Поэтому, в работах [6-9] был предложен принципиально иной формализм, с исторически сложившимся названием «функциональные нейронные сети» (ФН-сети) [9], на-

целенный на использование и объединение БЗ из разных источников, в том числе неадаптированных текстов на естественном языке [10, 11]. Если искусственная нейронная сеть имитирует физические нейроны, отражая определенный уровень понимания протекания процессов в живых нервных системах и представляя собой систему связанных адаптивных пороговых сумматоров, то формализм ФН-сетей строился как ответ на вопрос – какие математические объекты (структуры данных) и какие математические операции над этими объектами необходимы, чтобы обеспечить функциональность, присущую интеллекту, независимо от физического способа его реализации [6]. Цель нашей работы – повысить эффективность формализма ФН-сетей при поиске решения, используя информацию о внутренней структуре данных и механизме поиска решений, оформленных в виде метазнаний, допускающих их встраивание в текущую конфигурацию ФН-сети, сложившуюся к определенному шагу решения.

Напомним, что формализм ФН-сетей предназначен для построения функциональных моделей и автоматического поиска заранее неизвестного множества операций, организованных в пространстве и времени, так чтобы они решали практическую задачу потребителя услуг интеллектуальной системы под-

держки принятия решений. Множество операций и способ их организации будем называть схемой выполнения операций (СВО). Эту схему можно интерпретировать, в зависимости от предметной области, как программу, алгоритм или технологический процесс. Под задачей понимается пара – «ресурсы/цель». Решить задачу – это значит найти ранее неизвестную СВО, трансформирующую ресурсы в цель [9].

Основу формализма составляет понятие функционального нейрона [7, 9]. Фактически, функциональный нейрон (ФН) – это компьютерное представление параметризованного двухполюсника с известной структурой, имеющего N ($0 \leq N < \infty$) входов и M ($0 \leq M < \infty$) выходов. ФН имитирует выполнение произвольных операций во времени изменением статуса объектов на входе и выходе по правилам, которые будут указаны далее, а также ФН используется для обозначения субъектов, выполняющих операции, и объектов, на которые осуществляются воздействия. Каждая сущность, моделируемая ФН, имеет уникальное имя и характеризуется конечным вектором параметров, который позволяет отличать ее от всего остального. Она также может быть подвергнута декомпозиции – иметь внутреннее устройство, моделируемое системой других взаимодействующих ФН. На рис. 1 дан пример ФН-сети, соответствующей задаче

поиска алгоритма решения алгебраического уравнения $a \times x + b \times x + c = d$, $(a + b) \neq 0$, с неопределенными, но известными коэффициентами a, b, c, d относительно неизвестного x в момент начала поиска решения, а на рис. 2 приведен пример отдельного функционального нейрона «Пожарить картофель», допускающего дальнейшую декомпозицию в виде ФН-сети.

Статус S – это маркер объекта, изменяющийся во времени в процессе решения, с помощью которого субъект, решающий задачу, различает ресурсы и цели (рис.1). S =«есть» на интервале времени T^E , если субъект знает, что материальный или информационный объект доступен, либо известен в течении T^E , и может быть использован (коэффициенты a, b, c и d на рис.1). Статус «нужно» на интервале T^H характеризует объекты, про которые субъект знает, что они являются целью (неизвестное x на рис.1), либо необходимы для ее достижения в результате выполнения некоторой операции. Неопределенное значение статуса S ='?' означает, что на данном интервале времени $T^?$ у субъекта отсутствует информация о достижимости и принадлежности объекта к ресурсам или целям. И, наконец, статус «решение», свидетельствует, что объект одновременно доступен и нужен для достижения цели на интервале T^P .

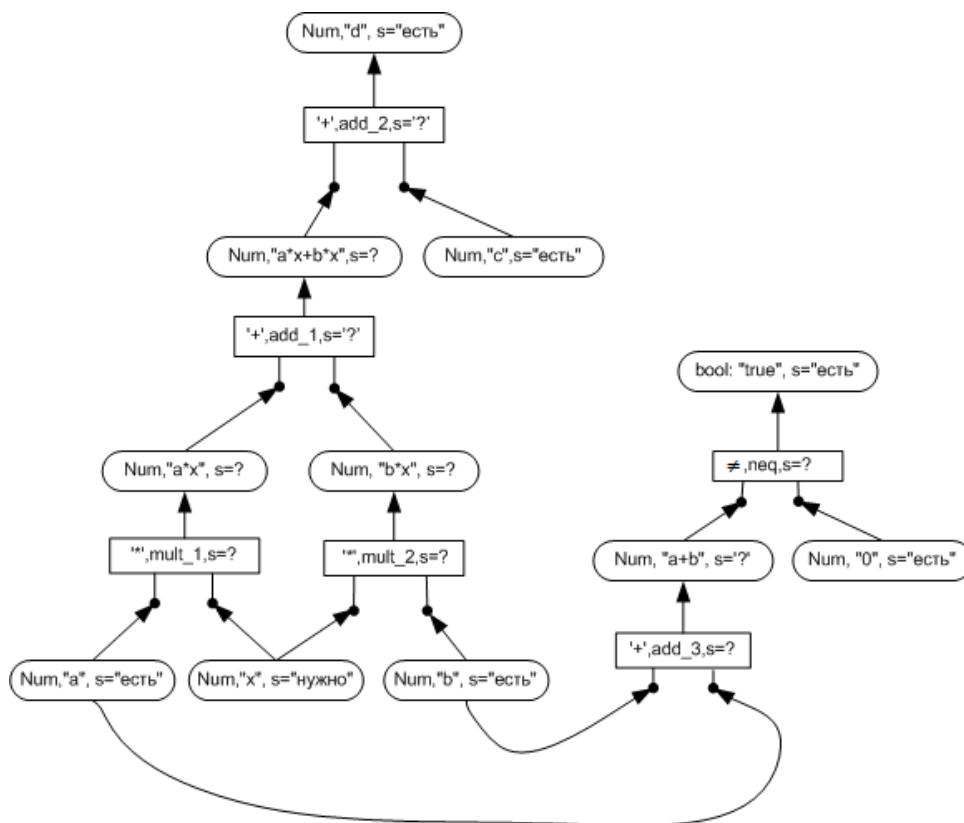


Рис. 1. Исходная конфигурация ФН-сети, соответствующая задаче поиска алгоритма решения уравнения $a \times x + b \times x + c = d$, $(a + b) \neq 0$

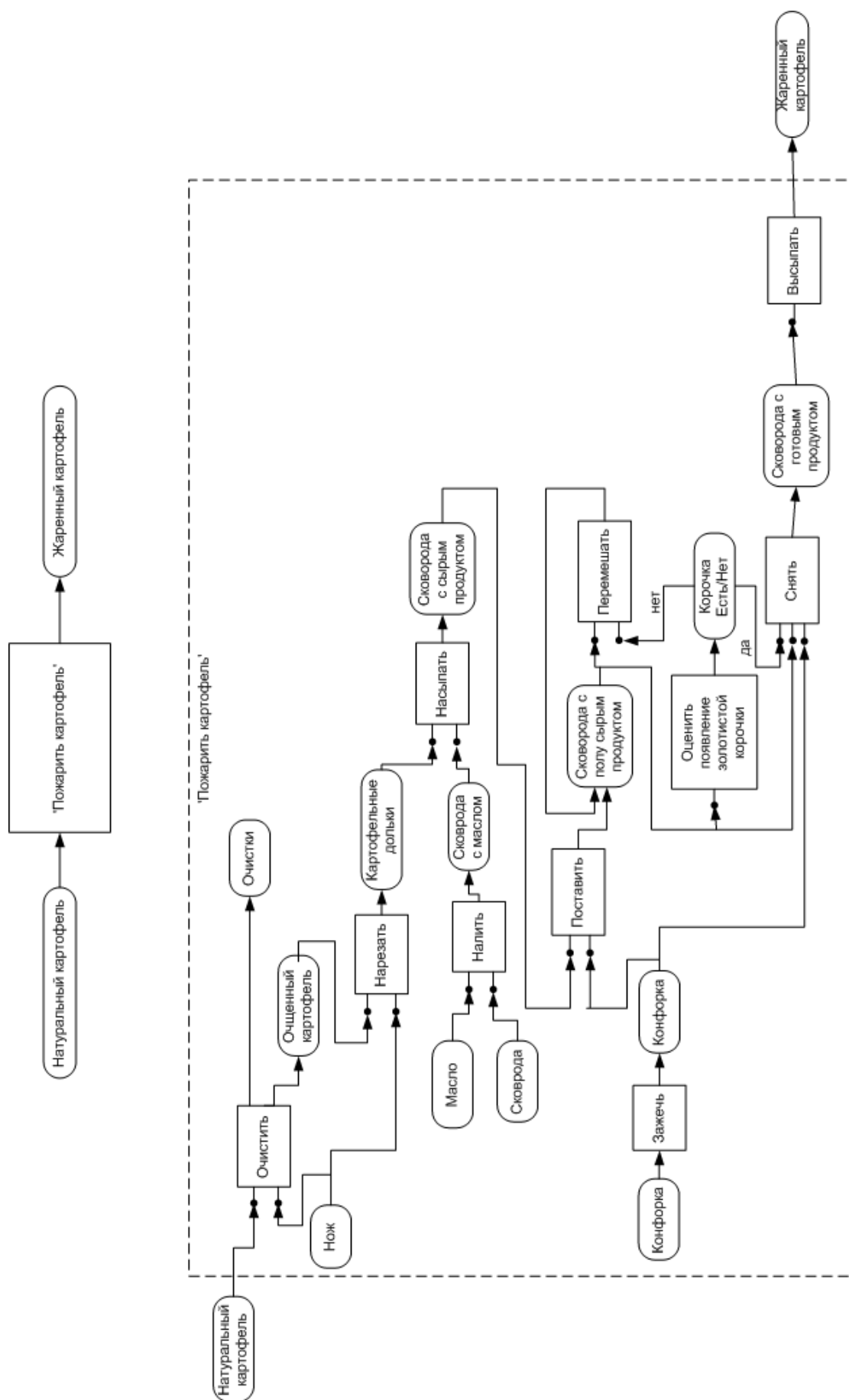


Рис 2. Декомпозиция ФН «Пожарить картофель»

Пусть ресурсы на входе некоторого функционального нейрона, имитирующего операцию f , имеют статус «есть» на интервалах $T_n^E, 1 \leq n \leq N$. Тогда, операция f потенциально выполнима на пересечении интервалов $\bigcap_{n=1..N} t_n^{x,f} \cap T_n^E$, где $t_n^{x,f}$ – интервал вре-

мени, в течение которого ресурс связан с n -м входом ФН, моделирующим операцию f . Выполнив f , спустя время $0 \leq \tau_f < \infty$, необходимое для выполнения операции, субъект получит в свое распоряжение некоторый объект на ее выходе m на интервале

$$T_m^E = (\bigcap_{n=1..N} t_n^{x,f} \cap T_n^E)[\tau] \quad (1)$$

(с помощью скобок $[\pm\tau]$ будем обозначать сдвиг, указывая направление знаком). Следовательно, этот объект можно перевести в статус «есть» на этом интервале и объединить его с другими интервалами состояния данного объекта, которые известны на текущей стадии поиска решения. Пример такого объекта можно найти на рис.1 – это число « $a+b$ » на выходе ФН с именем « add_3 », обозначающего операцию сложения.

Объединение двух интервалов T^q и $\tilde{T}^h$ разных статусов q и h для одного объекта, которое будем обозначать в виде $T^q + \tilde{T}^h$, является симметричной операцией и строится с учетом указанного определения статуса по следующим правилам с применением операций объединения, пересечения и вычитания множеств:

$$\begin{aligned} T^E + \tilde{T}^E &= \{T^E \cup \tilde{T}^E\} \\ T^P + \tilde{T}^E &= \{(T_1^E = \tilde{T}^E \setminus T^P), T^P\} \\ T^H + \tilde{T}^E &= \\ &= \{(T_1^P = \tilde{T}^E \cap T^H), (T_2^H = T^H \setminus \tilde{T}^E), (T_3^E = \tilde{T}^E \setminus T^H)\} \\ T^? + \tilde{T}^E &= \{T^E, (T_1^? = T^? \setminus \tilde{T}^E)\} \\ T^P + \tilde{T}^H &= \{(T_1^H = \tilde{T}^H \setminus T^P), T^P\} \\ T^H + \tilde{T}^H &= \{T^H \cup \tilde{T}^H\} \\ T^? + \tilde{T}^H &= \{T^H, (T_1^? = T^? \setminus \tilde{T}^H)\} \\ T^? + \tilde{T}^P &= \{T^P, (T_1^? = T^? \setminus \tilde{T}^P)\} \end{aligned} \quad (2)$$

Аналогично, если объект из списка целей в статусе «нужно» на интервале T^H имеет связь с m -м выходом операции f в течение интервала $t_m^{y,f}$, то все объекты на ее входе должны быть помечены как промежуточные цели с учетом задержки выполнения операции, т. е. им следует присвоить статус «нужно» на интервале

$$T_n^H = (T^H \cap t_m^{y,f})[-\tau_f], \quad (3)$$

и объединить с уже известными ранее интервалами состояний данного объекта согласно (2).

Рассмотрим совокупность связанных функциональных нейронов (ФН-сеть), описывающую исходную задачу и соответственно, содержащую объекты-ресурсы в статусах «есть» и объекты-цели в статусах «нужно» в исходных границах соответствующих ин-

тервалов. Выполним описанные преобразования (3)-(2), начав с целей в статусе «нужно», до тех пор, пока интервалы не перестанут меняться. Повторим описанные преобразования (1)-(2), выбрав в качестве исходных объектов ресурсы со статусом «есть». Будем повторять этот процесс до тех пор, пока объекты цели не изменят значение статуса со значения «нужно» на значение «решение», либо границы интервалов не перестанут меняться. В первом случае исходная ФН-сеть содержит искомую схему выполнения операций для некоторого интервала времени. Если интервал не пуст, то искомая схема может быть выделена из нее отбором ФН, связывающих объекты в состоянии «решение». Во втором случае исходная ФН-сеть пополняется сценами из БЗ [7, 8]. Сцена – это именованная ФН-сеть, которая содержит определения свойств объектов. На рис.3 приведен фрагмент сцены «Поле чисел» из БЗ, определяющий дистрибутивность операций сложения и умножения в виде двух взаимнообратных подстановок. Для пополнения выбирается сцена, содержащая максимальное количество элементов «сходных по типу и связям» [8, 9] элементам исходной ФН-сети, изменивших статус при пересчете границ интервалов состояний, т.е. нижний уровень изменения статусов элементов текущей ФН-сети управляет верхним уровнем отбора сцен из БЗ. После этого в расширенной ФН-сети с новыми элементами и новыми связями осуществляется очередной перерасчет интервалов статусов. Изменение статусов инициирует новое расширение и так далее, пока не будет получено решение, либо процесс не будет остановлен по каким-то другим причинам. Подробно работа двухуровневого автомата поиска решения и его оптимизация описаны в [7, 8, 12].

Описанный выше процесс расчета интервалов статусов объектов не представляет затруднений, если ФН-сеть не имеет циклов. (Пример ФН-сети с циклами дан на рис.2 – цикл образован операцией «Перемешивать»). Особый интерес представляют циклы, образованные операциями с нулевой задержкой. Таким мгновенным операциям соответствуют логические связки и математические выражения, используемые в рассуждениях и выводе формул. Очевидно, в силу (1) и (3), что, если цикл построен из операций с нулевой задержкой, то его повторное прохождение при расчете границ интервалов не приведет к изменению границ, рассчитанных при первом проходе. Следовательно, для ФН-сетей, содержащих пересечения циклов из операций с нулевой задержкой и бесконечным временем существования связей t_n^x и t_m^y , возможна конечная процедура расчета интервалов состояний. Эта процедура заключается в последовательном повторении обходов каждого цикла из множества пересекающихся циклов по отдельности, сопровождая это вычислениями по (1)-(2) и (3)-(2) до тех пор, пока границы интервалов не перестанут меняться. Этот же вывод справедлив для множества пересекающихся циклов для операций с задержками, если время существования связей в циклах ограничено.

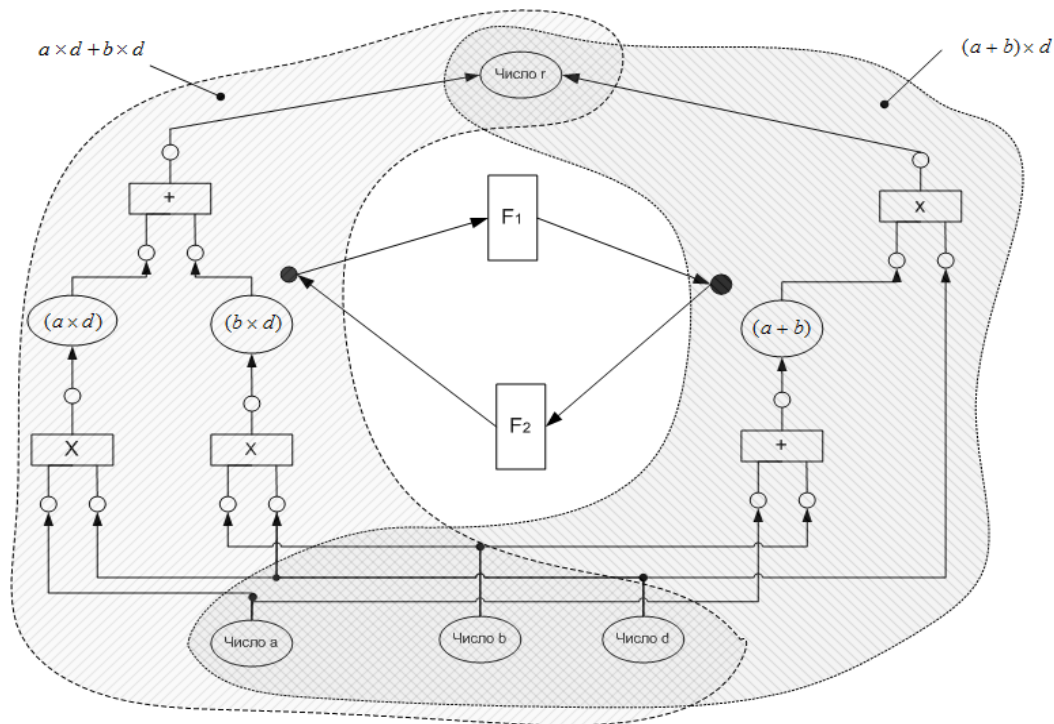


Рис. 3. Фрагмент сцены «Поле чисел» в БЗ, определяющий «дистрибутивность» в виде взаимобратных подстановок $F_1: a \times d + b \times d \rightarrow (a + b) \times d$ и $F_2: (a + b) \times d \rightarrow a \times d + b \times d$

Если же время существования цикла бесконечно и в него входят операции с задержками, то возможна бесконечная рекурсия, ведущая к неограниченному росту числа и длины интервалов. Эта проблема решается в аналитическом виде случае простых несвязанных циклов [7], и не может быть решена в общем виде для произвольной совокупности пересекающихся циклов. (Проблема Тьюринга об отсутствии алгоритма, позволяющего определить, остановится ли произвольный алгоритм за конечное число итераций). Проблема еще более усугубляется, если требуется найти решение в общем виде, и интервалы состояний заданы в виде переменных, не имеющих определенных значений.

В этих условиях, возникает идея (не гарантирующая решение исходной задачи пользователя интеллектуальной системы поддержки принятия решений, которого может вообще не существовать в природе) автоматически строить алгоритм расчета интервалов состояний для конкретной конфигурации ФН-сети непосредственно с помощью рассматриваемого двухуровневого автомата поиска решения. А для этого необходимо дополнить текущую конфигурацию ФН-сети, полученную к данному шагу решения, метазнаниями о механизме поиска решения. В их роли выступают границы интервалов и автоматически формируемые математические выражения, описывающие их взаимосвязь при выполнении преобразований (1) – (3). Рассмотрим это подробнее. Напомним, что произвольный конкретный объект в формализме ФН-сетей [7–9] – это структура данных

$$\langle q, Q, \bar{p}, \bar{x}, \bar{y}, \{T^S\} \rangle \quad (4)$$

где: q – уникальное имя конкретного объекта; Q – имя класса; $\bar{p}$ – именованный список параметров;

$\bar{x}, \bar{y}$ – списки объектов на входе и выходе; $\{T^S\}$ – множество интервалов состояний.

Состав допустимых типов объектов (имена в списке параметров $\bar{p}$), а также имена типов объектов в $\bar{x}, \bar{y}$ являются атрибутами класса (типа) объекта. Класс описывает свойства однотипных объектов в БЗ и состоит из заголовка и сцены. Заголовок класса Q имеет вид

$$\langle Q, \bar{p}, \bar{x}, \bar{y}, B \rangle \quad (5)$$

где: $\bar{p}$ – список имен классов параметров;

$\bar{x}$ – упорядоченный список имен классов, к которым возможно применить преобразование, ассоциированное с Q ;

$\bar{y}$ – упорядоченный список имен классов, которые могут быть получены в результате выполнения этого преобразования;

B – имя сцены, по которой ее можно извлечь из БЗ. Сцена описывает взаимосвязи, вводимых в ней объектов из списков $\bar{p}, \bar{x}, \bar{y}$ [8]. На одной сцене могут быть определены сразу несколько классов объектов. Например, сцена «Поле чисел» определяет понятие класса «число», константы «0» и «1», классы операций «+» и «*», а также свойства этих операций. Эти свойства известны как классы взаимобратных подстановок «коммутативность», «дистрибутивность» (рис.3) и «ассоциативность» [7].

Пусть исходная ФН-сеть в известный момент t_0 , когда была сформулирована исходная задача, содержит объект g в статусе «нужно» на интервале $T_g^H = [B_g^H, E_g^H]$, где начало B_g^H , а E_g^H – конец интервала, принимающие неопределенное значение '?'.

Введем, в текущую конфигурацию ФН-сети новые объекты. Прежде всего – это два ФН из класса «Num» («число»), отражающие тот факт, что имеются объекты с именами B_g^H и E_g^H с неопределенным значением. (Объекты класса «num» имеет пустые списки входных и выходных классов и единственный параметр «val» – «значение»). Так как требуется получить выражения, по которым B_g^H и E_g^H могут быть вычислены из других параметров, то они играют роль целей, и имеют статус «Нужно» на интервале $[t_0, \infty]$:

$$\langle \text{"Num"}, B_g^H, \bar{p} = \{(val=?)\}, \{(T_{B_g^H}^H = [t_0, \infty))\} \rangle, \quad (6)$$

$$\langle \text{"Num"}, E_g^H, \bar{p} = \{(val=?)\}, \{(T_{E_g^H}^H = [t_0, \infty))\} \rangle.$$

Далее нам потребуется объект st класса «статус» («State»). Его описание как класса в БЗ (это метазнания об устройстве ФН и механизме поиска решения) и наличие объекта st в текущей конфигурации ФН-сети позволит автомату поиска решения при необходимости встроить в текущую конфигурацию ФН-сети соотношения (1–3). Опустим его подробное описание в БЗ, заметив лишь, что сцена, на которой он определен, соответствует этим соотношениям. Он имеет параметры «Owner» – это имя объекта, к которому привязан статус, и модифицируемый в процессе решения список переменной длины List, содержащий интервалы статусов этого объекта:

$$\langle \text{"State"}, st, \bar{p} = \{(Owner = g), (list = \{T_g^H\})\}, T_{st}^E = [t_0, \infty) \rangle. \quad (7)$$

Сам st и его параметры доступны для использования в преобразованиях, поэтому st имеет статус «есть» на интервале с началом t_0 и до бесконечности. Аналогичная процедура проводится для всех остальных объектов, границы статусов которых заданы неопределенными значениями.

Заметим, что статусы всех добавленных нами объектов заданы на интервалах с определенными границами, а за соотношениями (1) – (3) стоят математические операции, выполняемые без задержек, а, значит, ничто не мешает вычислять конкретные границы производных интервалов даже в случае связанных циклов. Фактически, описанная процедура – это корректировка постановки исходной задачи, посредством добавления в нее требований и данных для получения аналитических выражений границ с неопределенными значениями интервалов. Такое расширение исходной ФН-сети не гарантирует успех решения исходной задачи, но она делает возможным привлечение дополнительных данных из БЗ и использование других сведений, не связанных напрямую с интервалами статусов, для аналитического определения границ, что, в конечном счете, повышает эффективность системы в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ильин Н.И., Демидов Н.Н., Новикова Е. В. Ситуационные центры. Опыт, состояние, тенденции развития. – М.: МедиаПресс, 2011.
- Sowa J.F. Conceptual Structures: Information Processing in Mind and Machine. Reading, MA: Addison – Wesley, 1984.

- Галушкин А.И. Нейронные сети. Основы теории. – М: Горячая Линия – Телеком, 2010.
- Барский А. Б. Логические нейронные сети. – М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.
- Питолин М.В., Питолин А.В. Принципы формирования интеллектуальной системы поддержки принятия решений на основе нейросетевого анализа данных // Вестник Воронежского института МВД России. – 2007. – № 1. – С. 147-152.
- Старовойтов А.В., Бетин В.Н., Лукьянов С.Э., Супрун А.П. Извлечение новых знаний в интеллектуальной системе поддержки принятия решений ситуационного центра, построенной на базе сетей функциональных нейронов // Информатизация и связь. – 2014. – № 4. – С. 6-11.
- Бетин В.Н., Лукьянов С.Э., Супрун А.П. Ситуационные центры: Вывод решений на базе сетей рекурсивных функциональных нейронов // Информатизация и связь. – 2010. – № 2. – С. 86-90.
- Бетин В.Н., Лукьянов С.Э., Супрун А.П. Обработка и обобщение знаний в интеллектуальной системе поддержки принятия решений ситуационного центра, построенной на базе сетей функциональных нейронов // Информатизация и связь. – 2013. – № 3. – С. 10-15.
- Бетин В.Н. Дедуктивный вывод в системах автоматизированного проектирования и машинного перевода // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2004. – № 7. – С. 20-27.
- Бетин В.Н., Супрун А.П. Ситуационные центры: методика грамматического обучения интеллектуальной аналитической системы // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2013. – № 9. – С. 30-34.
- Бетин В.Н., Лукьянов С.Э., Супрун А.П. Выделение знаний из текстов на естественном языке в интеллектуальной аналитической системе // Информатизация и связь. – 2011. – № 6. – С. 51-54.
- Бетин В.Н., Лукьянов С.Э., Супрун А.П. Повышение эффективности подсистемы принятия решений в ситуационных центрах путем сжатия пространства решений // Информатизация и связь. – 2012. – № 8. – С. 38-40.

Материал поступил в редакцию 14.10.15.

Сведения об авторах

БЕТИН Владимир Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела разработки СПО АС Федерального государственного научного учреждения Центр информационных технологий и систем органов исполнительной власти (ФГНУ ЦИТиС), Москва
e-mail: betin@inevm.ru

ЛУКЬЯНОВ Станислав Эмильевич – кандидат технических наук, начальник управления разработки СПО АС ФГНУ ЦИТиС
e-mail: lukyanov@inevm.ru

СУПРУН Антон Павлович – начальник отдела разработки СПО АС ФГНУ ЦИТиС
e-mail: suprun@inevm.ru

Е.А. Василенко, Е.Г. Винокуров, Г.Н. Семенов, В.М. Помогаев, В.В. Бондарь

Информационное сопровождение исследований в области ресурсосбережения для получения гальванических металлических покрытий*

Рассматривается подход к классификации составов растворов для электроосаждения металлов на основе их ресурсоемкости, а также показатели и критерии ресурсоемкости. Приводится информационно-логическая модель, которая легла в основу разработки информационной системы, включающей базы данных по свойствам растворов, характеристикам металлических покрытий и процессам электроосаждения. Разработанный пользовательский интерфейс позволяет для конкретного металла на основании данных о составах растворов получить группы их ресурсоемкости и выбрать оптимальный с точки зрения экологической безопасности состав, а также ознакомиться со свойствами получаемых покрытий и другими данными о характеристиках процесса.

Ключевые слова: информационная система, инфологическая модель, электроосаждение металлов, составы растворов, критерии ресурсоемкости

Проблема рационального использования природных ресурсов – одна из важнейших для развития промышленности, в том числе и гальванотехники. Ресурсосбережение представляет собой основу концепции создания экологически безопасных, бережливых технологических процессов и является важнейшим направлением развития промышленности. Гальваническое производство – крупный потребитель цветных металлов и чистой воды. Безвозвратные потери металлов со стоками гальванического производства составляют значительные величины. Наибольшая часть отходов гальванического производства аккумулируется в шламах, образующихся при очистке сточных вод, состав и количество которых определяются составом и концентрацией используемых в гальваническом производстве растворов и величиной их удельного уноса [1].

Решение проблемы ресурсоемкости гальванического производства имеет важное экологическое значение. Для уменьшения ресурсопотребления (ресурсоемкости), экологической опасности гальванического производства, концентрации веществ, загрязняющих сточные воды, и нагрузки на очистные сооружения необходимо минимизировать их унос в промывные воды, для этого необходимо использовать низкоконцентрированные составы растворов [2, 3].

Для специалистов, работающих в области гальванотехники, весьма актуальной представляется обобщенная информация о составах используемых растворов, свойствах получаемых покрытий, ха-

рактеристиках процесса, а также ресурсоемкость составов и прогнозирование негативного воздействия электрохимических производств на окружающую среду.

В этой связи возникла необходимость в разработке информационной системы (ИС), которая, учитывая ресурсоемкость производства, предлагала бы технологам и специалистам в области электрохимических покрытий наиболее оптимальные (малоресурсоемкие) составы растворов.

Основное требование к ИС – возможность выбора состава раствора для электроосаждения металлов по критерию экологической безопасности с учетом требований к качеству и назначению покрытия.

Для определения наиболее безопасных с экологической точки зрения составов растворов для электроосаждения металлов специалистами кафедры электрохимии РХТУ имени Д.И. Менделеева была разработана методика определения ресурсоемкости составов растворов [4].

В основу разрабатываемой системы были положены данные об исходных составах растворов, используемых для электрохимического нанесения покрытий из цинка, никеля, хрома, олова, железа, меди и других, приведенные в работе [5].

В табл. 1 представлен фрагмент данных по исходным составам растворов для электроосаждения цинка.

Согласно упомянутой в работе [4] методике, предлагается учитывать следующие критерии ресурсоемкости:

- критерий B_1 – концентрация электроосаждаемого металла (c_i , моль/л),

* Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках выполнения базовой части государственного задания

- критерий B_2 - сумма концентраций компонентов раствора ($\sum_i c_i$, моль экв./л),

- критерий B_3 - число компонентов раствора (N),
- критерий B_4 - устойчивость состава раствора

$$\left(\frac{\Delta c}{c_{\text{ср}}}\right)$$

- критерий $B_{\text{ср}}$ – усредненное значение типа составов технологических растворов для электроосаждения покрытий.

В табл. 2 представлены граничные условия отнесения составов растворов к определенной группе ресурсоемкости: ресурсоемкие растворы, обычные растворы и ресурсосберегающие растворы.

В процессе разработки ИС по химическим составам растворов для электроосаждения металлов, была разработана информационно-логическая модель

(инфологическая модель). Техническое и программное обеспечение в современных автоматизированных системах меняется сравнительно быстро, и, как следствие, модели, ориентированные на них, претерпевают изменения. Инфологическая же модель отражает объективные, «внутренние» характеристики предметной области, поэтому она сравнительно стабильна. При наличии модели инфологического уровня изменение используемых программных и технических средств потребует не полного перепроектирования информационной базы, а только выполнения перехода от инфологической модели к схеме, поддерживаемой новыми программно-техническими средствами. Таким образом, использование инфологической модели повышает адаптивность банков данных.

В основу разработанной инфологической модели легли семь таблиц, взаимосвязь которых представлена на рис. 1.

Таблица 1

Состав растворов для электроосаждения металлических покрытий

Состав раствора				Условия электроосаждения	
Компонент	Концентрация			i , А/дм ²	t , °С
	г/л	моль/л	моль экв./л		
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	215	0,75	1,5	1-2 3-5 (с перемешиванием)	18-22
Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O	30	0,05	0,27		
Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	50-100	0,15-0,3	0,3-0,6		
Декстрин	10	—	—		
pH	3,8-4,4	—	—		
Общее солесодержание		1,03	2,23		

Таблица 2

Классификация составов технологических растворов для электроосаждения покрытий

Тип составов технологических растворов	Показатели ресурсоемкости			
	c_i , моль/л	$\sum_i c_i$, моль экв./л	N	$\frac{\Delta c}{c_{\text{ср}}}$
Ресурсоемкие составы (Малоустойчивые) (I группа)	$c_i > 0,96$	$\sum_i c_i > 2,8$	$N \geq 6$	$\frac{\Delta c}{c_{\text{ср}}} < 0,21$
Обычные составы (II группа)	$0,71 < c_i \leq 0,96$	$2,3 < \sum_i c_i \leq 2,8$	$3 < N \leq 5$ ($N = 4; 5$)	$0,21 \leq \frac{\Delta c}{c_{\text{ср}}} < 0,32$
Ресурсосберегающие составы (Устойчивые) (III группа)	$c_i \leq 0,71$	$\sum_i c_i \leq 2,3$	$N \leq 3$	$\frac{\Delta c}{c_{\text{ср}}} \geq 0,32$



Рис. 1. Инфологическая модель ИС по составам растворов для электроосаждения металлов

Таблица «Условия процесса» описывает условия протекания процесса электроосаждения, необходимые для получения покрытия: минимальную и максимальную плотность тока, минимальную и максимальную температуры протекания процесса осаждения, а также особые условия, например, перемешивание. Следует отметить, что во всех таблицах предусмотрено поле «Источник», где приводится ссылка на литературный источник для подтверждения достоверности приведенных сведений.

Таблица «Свойства покрытия» описывает свойства покрытия, получаемого при электроосаждении, такие как: плотность, микротвердость, удельное электрическое сопротивление, паяемость, внутреннее напряжение, пластичность, пористость, блеск, трещиностойкость, износостойкость и другие.

Таблица «Физико-химические (ФХ) характеристики раствора» содержит сведения о физико-химических характеристиках раствора: плотность, вязкость, удельная электропроводность, теплопроводность, теплоемкость, поверхностное натяжение, значение pH.

В таблице «Состав раствора» собраны данные по концентрациям различных компонентов для каждого отдельного раствора, которому присвоен код раствора.

Таблица «Характеристики процесса» содержит сведения о характеристиках процесса электроосаждения, таких как: рассеивающая способность, кроющая способность, вырабатывающая способность, скорость осаждения, выход по току и температура, при которой протекает процесс.

В таблице «Компоненты» сохраняются все формулы и названия компонентов, в том числе, металло-содержащие компоненты, являющиеся ключевыми в процессе электроосаждения соответствующих покрытий, например, $ZnSO_4$, $NiSO_4$, $CuSO_4$, CrO_3 , $Cd(BF_4)_2$ и другие.

В таблице «Металлы» приводится символ металла и его название, а также предусмотрено поле «Примечания», где указываются особенности для электрохимических покрытий определенного металла.

В качестве средства для реализации ИС по составам растворов для электрохимических металлических покрытий была выбрана СУБД Microsoft Access, как наиболее доступная и органично сочетающаяся со всеми удобствами и преимуществами ОС Windows. Несмотря на то, что Access является мощной системой построения локальных приложений, его использование несложно и для непрофессиональных пользователей.

По предложенной в работе [4] методике, были рассчитаны критерии ресурсоемкости составов растворов для электроосаждения металлических покрытий цинка, никеля, меди, кадмия, олова, свинца, железа, хрома и других металлов.

Основу наполнения системы составили данные более чем о 160 растворах для нанесения электрохимических покрытий – Zn, Ni, Cu, Cd, Pb, Sn, Cd, Cr, Fe.

Фрагмент данных по критериям ресурсоемкости и определению значения итогового критерия ресурсоемкости для приведенного в табл. 1 состава раствора для цинкования, приведен в табл. 3. Согласно рассчитанным данным, этот состав относится ко второй группе – «обычные растворы».

В ходе работы были разработаны поисковый и пользовательский интерфейсы.

Для работы СУБД используется ряд запросов и форма для вывода данных в одном окне. Реализованы следующие запросы: «Ресурсоемкость по металлу», «Ресурсоемкость по солесодержанию», «Ресурсоемкость по количеству компонентов», «Ресурсоемкость по устойчивости» и «Группа ресурсоемкости», определяющие, соответственно, четыре основных критерия ресурсоемкости и итоговую группу ресурсоемкости

для каждого раствора. Запросы «Отбор Компонентов» и «Содержание металла» используются для определения концентрации металла покрытия в растворе для последующего использования. Запрос «Содержание солей» также позволяет вычислить соответствующие значения критерия ресурсоемкости. И, наконец, запрос «Итоговый» позволяет увидеть основные свойства раствора, связанного с определенным покрытием, в одном окне: к ним отнесены покомпонентный состав, ресурсоемкость и условия процесса электроосаждения. Для получения сведений о свойствах покрытия, получаемого

го в результате использования данного состава раствора, необходимо перейти в таблицу «Свойства покрытия», используя код раствора.

Форма «Ресурсоемкость растворов для электроосаждения «Ме» позволяет получить данные из запроса «Итоговый» в отсортированном по ухудшению группы ресурсоемкости порядке для одного определенного металла.

Форма пользовательского интерфейса для выбора оптимального (малоресурсоемкого) раствора для электроосаждения Ni представлена на рис. 2.

Таблица 3

Критерии ресурсоемкости состава раствора для цинкования

Состав раствора	Критерии ресурсоемкости				
	c_i/B_1	$\sum_i c_i / B_2$	N/B_3	$\frac{\Delta c}{c_{cp}} / B_4$	В ср. (группа ресурсоемкости)
ZnSO ₄ ·7H ₂ O Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O Декстрин pH=3,8-4,4	II	III	II	I	II (обычный состав)
Содержание металла	0,75-1,125				
Общее солесодержание		2,07-2,37			
Число компонентов			4		
Показатель Устойчивости				0,2	

РЕ растворов для электроосаждения Ni

Ресурсоемкость

РЕ по металлу

РЕ по солям

РЕ по кол-ву комп-тов

РЕ по устойчивости

Плотность тока А/дм²:

рН раствора:

Температура, град С:

3,0

3

3

3

3

0,5 2

5,3 5,3

20 30

Компонент	Ед.изм.	Мин. конц-	Макс. конц-я
NiSO ₄ *7H ₂ O	г/л	70	100
NaCl	г/л	15	20
H ₃ BO ₃	г/л	15	20
*			

Записи: 1 из 3

Нет фильтра Поиск

Источник:

43.Шлугер М.А., Кабина А.Н. Электроосаждение хрома из низкоконцентрированного саморегулирующегося электролита в присутствии соединений V, Mo, W. // Гальванотехника и обработка поверхности. – Т. 3, № 4. – 1994. – С. 11-15.

Рис. 2. Форма «Ресурсоемкость (РЕ) растворов для электроосаждения Ni»

Чтобы получить информацию, пользователь вводит обозначение металла в предложенное поле и получает отсортированный по группе ресурсоемкости список составов растворов для покрытий из этого металла. При этом у пользователя есть возможность выбрать оптимальный с точки зрения ресурсоемкости раствор и ознакомиться с соответствующими свойствами покрытия, условиями протекания процесса электроосаждения и физико-химическими характеристиками раствора. Такая информация, безусловно, имеет практический интерес для технологов-гальваников и является полезной для других специалистов в этой области. Практический интерес представляет использование такой базы в учебном процессе для подготовки студентов электрохимических специальностей.

Таким образом, пользовательский интерфейс позволяет для конкретного металла определить на основании данных о составах растворов группы их ресурсоемкости и выбрать оптимальный с точки зрения экологической безопасности, а также ознакомиться со свойствами покрытий и получить другие полезные сведения.

В настоящее время разработанная информационная система функционирует в локальном режиме. Для работы с ней необходим персональный компьютер с установленной операционной системой Microsoft Windows и установленное приложение Microsoft Access. Для запуска информационной системы необходимо запустить приложение Microsoft Access 2003/2007.

В дальнейшем предполагается разработка web-приложения ИС, позволяющего осуществлять удаленный доступ к системе.

В системе предусмотрена возможность добавления информации о новых составах растворов, сведений по свойствам растворов, покрытий, условиям протекания процессов и другие, а также актуальных литературных данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудрявцев Н. Т. Электролитические покрытия металлами. – М.: Химия, 1979. – 352 с.
2. Мешалкин В.П., Тобажнянский Л.Л., Капустенко П.А. Основы энергоресурсоэффективных экологически безопасных технологий нефтепереработки. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – 616 с.
3. Фаина С.В., Винокуров Е.Г., Бурухина Т.Ф., Колесников В.А. Суммарная концентрация основных компонентов растворов для электроосаждения металлических покрытий как критерий классификации и выбора ресурсосберегающих составов растворов // Теоретические основы химической технологии. – 2013. – Т. 47, № 5. – С. 573; Fadina S.V., Vinokurov E.G., Burukhina T.F., Kolesnikov V.A. Total concentration of main components in solutions for metal electroplating as a criterion for classifying and choosing resource-saving compositions of solutions // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2013. – Vol. 47, № 5. – P. 593-599.
4. Винокуров Е.Г., Бурухина Т.Ф., Колесников В.А., Фаина С.В. Концентрационный критерий классификации ресурсосберегающих составов растворов для электроосаждения металлических покрытий // Теоретические основы химической технологии. – 2012. – Т. 46, № 5. – С. 569-575; Vinokurov E.G., Burukhina T.F., Kolesnikov V.A., Fadina S.V. Concentration criterion for classifying resource-saving compositions of solutions for metal electroplating // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2012. – Vol. 46, № 5. – P. 486-491.
5. Фаина С.А. Многокритериальный подход при разработке и выборе ресурсосберегающих составов растворов для электроосаждения металлических покрытий: Дисс. ... канд. техн. наук / Рос.хим-технол. ун-т им. Д.И. Менделеева. – М., 2013. – 176 с.

Материал поступил в редакцию 06.07.15.

Сведения об авторах

ВАСИЛЕНКО Елена Алексеевна – кандидат химических наук, доцент кафедры информационных компьютерных технологий РХТУ им. Д.И. Менделеева, e-mail: helen@muctr.ru, eavasilen@mail.ru

ВИНОКУРОВ Евгений Геннадьевич – доктор химических наук, профессор, руководитель Научно-образовательного центра перспективных материалов и технологий РХТУ им. Д.И. Менделеева, e-mail: vin-62@mail.ru

СЕМЕНОВ Геннадий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных компьютерных технологий РХТУ им. Д.И. Менделеева e-mail: sem1237@yandex.ru

ПОМОГАЕВ Василий Михайлович – кандидат химических наук, доцент, декан НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, e-mail: pomogaev@mail.ru

БОНДАРЬ Владимир Владимирович – доктор химических наук, профессор, гл. научн. сотрудник ВИНТИ РАН e-mail: kupervog@viniti.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ТЕКСТА

УДК 811.161.1'27 : 81'374

Р.И. Розина

Русская разговорная речь в лексикографии*

На материале нового «Толкового словаря русской разговорной речи» рассматриваются наиболее коммуникативно значимые семантические поля и тематические классы разговорных глаголов.

Ключевые слова: разговорная речь, глагол, лексикография, семантическое поле, тематический класс, язык и общество, язык и культура, лексика, социолингвистика, русский язык

Интерес к изучению русской разговорной речи не стихает с тех пор, как немногим более 40 лет назад вышла в свет коллективная монография «Русская разговорная речь» [1]. Роль этой книги в развитии отечественной лингвистики невозможно переоценить. Её появление было результатом открытия, автором которого был М.В. Панов. Оно заключалось в том, что разговорная речь – не свалка неправильных форм, синтаксических конструкций, сниженной лексики и окказионализмов, а особая подсистема русского языка¹, которой владеют и пользуются в повседневном общении носители его литературного варианта.

В отдельных главах книги был описан целый ряд системных особенностей разговорной речи, а именно:

- характерные для разговорной речи номинации по функции, например *открывалка* 'консервный нож', *запивка* 'любая жидкость, которой запивают еду';
- стремление к созданию конденсатов, с одной стороны, т.е. к замене словосочетаний однословным обозначением, например, *методичка* 'методическое пособие', *читалка* 'читальный зал', *Ленинка* 'Библиотека им. Ленина', – и тенденция к созданию расчлененных наименований типа «*Дай, чем писать*» вместо «*Дай ручку*», с другой стороны;
- гораздо более свободное, чем в литературном языке, использование метонимии при образовании окказиональных обозначений, например «*Острая боль/ идите/ уже свободно/*» – вполне серьезное обращение к больному, пришедшему с острой зубной болью в поликлинику [1, с. 434];

• размытость («диффузность») значений, которая снимается только контекстом [3, с. 155–158], например, *жахнуть* 'с силой ударить' (*жахнул трубой по стеклу*), 'выстрелить, издав громкий звук' (*жахнул из ружья*), 'выпить спиртного залпом' (*жахнем коньячку*) и многое другое.

Сейчас в Отделе современного русского языка Института русского языка им. В.В. Виноградова РАН коллективом авторов² под руководством Л.П. Крысина составляется «Толковый словарь русской разговорной речи» (ТСРР), который может стать еще одной вехой в исследовании разговорной речи³. Благодаря полноте словника и структуре словарной статьи, последовательно характеризующей слово по ряду параметров, Словарь позволяет получить детальную информацию о разговорном слове – о его семантических, грамматических, стилистических особенностях, о его парадигматических связях и об особенностях его функционирования в социуме. Какие же новые знания о русской разговорной речи можно получить на его основе?

Прежде всего, Словарь позволяет увидеть, что во многих случаях лексика разговорной речи описывает не только внешний мир, но и субъективное мнение говорящего о внешнем мире. Когда в повседневном общении человек называет еду *жратвой*, это не значит, что она обязательно плохая. Это может быть сказано даже о праздничном застолье – в том случае, если говорящий считает, что во время праздников

* Статья написана в рамках проекта, получающего финансовую поддержку РГНФ (грант № 14-04-00604а).

¹ «Мнение о том, что РР [разговорная речь] представляет собой особый язык, было высказано М.В. Пановым на заседании Сектора современного русского языка 14 марта 1967 года» [2, с. 9].

² Авторы словаря – М.Я. Гловинская, Е.И. Голанова, О.П. Ермакова, А.В. Занадворова, Е.В. Какорина, С.М. Кузьмина, М.В. Китайгородская, Н.Н. Розанова, Р.И. Розина.

³ О принципах составления словаря и структуре словарной статьи см. [4, с. 11–33; 5].

едят слишком много, как в следующем примере из письма женщины, которая хочет похудеть:

Я пока к Малышевой⁴ не приближаюсь, подожду октября, когда Ш. улетит, уедут мальчишки, а главное – кончатся праздники со своей *жратвой* (авг. 2013).

Составителям пришлось сознательно избегать появления в толкованиях компонента ‘по мнению говорящего’, потому что иначе его можно было бы использовать почти в каждом толковании, как, например, в следующем:

ДЕБИЛ.

DEF: об очень глупом, несообразительном человеке или о ком-л., кто, **по мнению говорящего**, ведет себя подобно такому человеку. *Дебил – это так прозвали в школе его сына, Ваську, второгодника, отпетого шалопая* (В. Шукшин. Дебил); *Ты ему ногу своим топором отрубил! Дебил!* (Д. Липскеров. Последний сон разума); *Заткнись, дебил!* (Э. Радзинский. Обольститель Колобашкин).

Словарь позволяет получить детальное представление о лексическом составе русской разговорной речи. В центре разговорной речи – ЧЕЛОВЕК. Сосредоточенность разговорной речи на человеке отмечалась и раньше, но ТСРП позволяет увидеть, что некоторые сферы жизни и ряд личностных характеристик человека привлекают особое внимание говорящих в силу, по-видимому, той важной роли, которую они играют⁵. Назовем их «областями напряжения», или коммуникативно-значимыми областями⁶. В этих областях возникает особенно большое количество разговорных слов и значений, и именно в них наиболее развита синонимия.

КОММУНИКАТИВНО-ЗНАЧИМЫЕ ОБЛАСТИ РАЗГОВОРНОЙ РЕЧИ

Человек

По данным «Русского идеографического словаря» [7], основные концепты мира человека – ЖИЗНЬ, СМЕРТЬ, СОН, ДУША, Я, СОВЕСТЬ, ДОБРОТА, ЖАЛОСТЬ, ЗЛОБА, СТЫД, ЛЕНЬ, СМЕХ, СТРАХ, ХМЕЛЬ, УМ, ПАМЯТЬ и ГЛУПОСТЬ [8, с. 150]. Разговорная речь реализует лишь некоторые из них, но какие-то и добавляет к этому списку.

Внешность человека

В разговорной речи отмечаются те характеристики внешности человека, которые бросаются в глаза, потому что выходят за грань средней нормы. С одной стороны, внимание говорящих привлекают большие люди – очень крупные и сильные, для которых используются такие номинации, как *амбал*, *бегемот*, *бык*, *верзила*, *верста*, *горилла*, *детина*, *дубина*, *жеребец*, *лоб*, *медведь*, *шкаф*, или высокие и худые

(*жердь*, *жираф*, *каланча*, *оглобля*), а с другой – маленькие и тшедушные (*заморыш*, *замухрышка*, *пигалица*, *шибздик*, *шмакодявка*). При этом положительной оценки не получают ни большой размер, ни маленький. Большой размер ассоциируется с тупостью (*амбал*, *дубина*, *жеребец*, *лоб*, *шкаф*), с внешней непривлекательностью (*бегемот*, *горилла*) и сексуальной расторможенностью (*жеребец*), а маленький неотделим от представления о физической слабости, которая вызывает презрение. Существуют еще и специализированные слова, обозначающие физически слабого человека, независимо от его роста и комплекции, и тоже уничижительные: *дохляк*, *дохлячка*, *слабак*, *хляк*. Исключение составляют те случаи, когда речь идет о детях: такие слова, как *малыш*, *малютка*, *малышка*, *пуговка* выражают положительную оценку.

Разговорная речь обращает внимание и на органы и части тела человека, своим размером превосходящие норму, например *глазищи*, *носыра*; целый ряд прилагательных делает наличие таких частей тела у человека главной характеристикой его внешности: человек может быть *бровастым*, *глазастым*, *головастым*, *грудастым*, *губастым*, *жопастым*, *задастым*, *зубастым*, *лобастым*, *лопоухим*, *мордастым* или *мордастым*, *носастым* или *носатым*, *пузатым*, *рукастым*, *сисястым*, *ушастым*, *щекастым*. В разговорной речи есть и обозначения органов и частей тела значительно меньше нормы (*глазёнки*, *зубик*, *зубок*, *ручонка*, *ножонка*), но образованные от них прилагательные, характеризующие внешность человека, отсутствуют.

Интеллект

Из особенностей человека, не являющихся физическими, разговорная речь уделяет большое внимание уровню интеллекта, точнее, глупости и тупости. Низкий уровень интеллекта вызывает раздражение и презрение говорящих. Глупые люди описываются огромным количеством слов: *балбес*, *балда*, *баран*, *бестолочь*, *болван*, *валенок*, *дебил*, *дебилка*, *деревня*, *дуб*, *дубина*, *дундук*, *дура*, *дурак*, *дурачок*, *дурень*, *дурила*, *дурища*, *дуролом*, *дурошлёр*, *дурында*, *идиот*, *кретин*, *лапоть*, *осёл*, *сапог*, *сундук*, *тундра*, *тупица*, *утог*, *чалдон*.

Слов, противоположных по значению, т.е. номинаций или характеристик людей с высоким интеллектом, в разговорной речи крайне мало. Это *головастый*, *молоток* – человек, который быстро все *сечет* (понимает), и *умник*. Но очень показательно, что слово *умник* в разговорной речи употребляется иронически, равно как и прилагательное *умный* в клишированном высказывании: «Такие *умные* все стали!» (председатель дачного садового товарищества о его членах, отказывающихся платить незаконно требуемые с них взносы) и в его варианте «Слишком *умные* все стали!». Ср. также: «*Умник* нашёлся!»

Глагол *умничать*, производный от имени, тоже выражает отрицательную оценку.

Отношение к *умным* возможно объясняет и отрицательную оценку ловкости и оборотистости в делах: *жох*, *жук*, *жучара*, *жучила*, *жучина*, *ловкач*, *ловчила*, *мазурик*, *пройдоха*, *проныра*, *прохиндей*, *процелыга*, *хитрец*, *хитрован*, *хитрюга*, *шаромыга*, *шаромыжник*.

⁴ Имеются в виду советы ведущей программы «Здоровье» Елены Малышевой.

⁵ Ряд этих областей перечислен в [6]; там же рассматриваются парадигматические отношения между лексемами этих областей.

⁶ Термин предложен Л.П. Крысиным.

Эмоции

Из эмоций человека в разговорной речи особое внимание уделяется двум: ГНЕВУ и СТРАХУ.

Человека можно довести до сильного гнева: *взбесить, обозлить, распалить, довести до белого каления, разбудить (в ком-л.) зверя*. В результате человек может *взбелениться, взвиться, взбеситься, взорваться, взъерепениться, взъяриться, вскинуться, вскипеть, обозлиться, остервенеть, разъяриться, раскипятиться, распалиться, дойти до белого каления, лопнуть от злости*. Как видно, сильный гнев описывается в разговорной речи через его физические симптомы – это либо резкое повышение температуры (*вскипеть, раскипятиться, распалиться, дойти до белого каления*), либо резкое движение вверх (*взвиться, вскинуться*) и выход за пределы физического тела (*взорваться, лопнуть от злости*).

Гнев сопровождается вербальным действием – руганью, направленной на другого человека, которого можно *изматерить, пробрать, пропесочить, распатронить, распечь, задать головомойку, распушить, расчихвостить, намылить ему шею*.

Страх описывается в разговорной речи не только такими относительно нейтральными словами, как *сдрейфить, струхнуть, поджать хвост*, но и через самые низменные физические проявления: *надуть в штаны, накласть в штаны, наложить в штаны, обделаться, обкакаться, уделаться*. Все эти слова выражают презрение говорящего к тому, кто испытывает сильный страх, например:

– Да ты лучше скажи, – крикнул Тендел со своего места, – здорово ты *наложил в штаны*, когда Большесууский глянул на тебя? – Трухнуть трухнул, а так ничего, – серьезно ответил дядя Сандро. – Жалко, что он не вспомнил нижнечегемскую дорогу, а то бы ты *полные штаны наложил!* – крикнул Тендел под обихий хохот. (Ф. Искандер. Сандро из Чегема).

Страх описывается через его физические симптомы не только в русском, но во многих других языках мира [9, 10], но скатологическая направленность, сосредоточенная на отправлениях физического низа человека, характерна именно для разговорной речи, в то время как в литературном языке страх чаще всего описывается через ощущение холода [11].

Занятия

Выпивка

Одно из самых наполненных семантических полей разговорной речи — это ВЫПИВКА. Причины интереса к этой области жизни, естественно, объясняются русской культурой, в которой выпивка и вообще застолье занимают очень важное место. Застольем принято отмечать все более или менее важные события в жизни человека. Покупку новой вещи, получение награды, продвижение по службе нужно обязательно *обмыть* или *вспрыснуть*⁷. Известен обычай разбивать бутылку шампанского о борт корабля при его спуске на воду. В XIX в. у гусар было

принято, отмечая выпивкой получение ордена, опускать его в бокал с вином; и по сей день военные, сохранившие этот обычай, опускают в стакан с водкой очередную звёздочку офицера. Выпивка в России сопровождается присловьями:

Первая колом, вторая соколом.

Между первой и второй – перерывчик небольшой, ну а меж второй и третьей – перерыв едва заметен...

Лексика русской разговорной речи называет все компоненты ситуации выпивки: застолье (*вечеринка, выпивка, выпивон, гулянка, пирушка, попойка, посылки, пьянка, сабантуй*), алкоголь, само действие принятия алкоголя, состояние выпившего и людей, которые много или постоянно пьют.

Обозначений самого алкоголя в русской разговорной речи не так уж много (*бухалово, бухло, выпивка, выпивон, горячее, заправка...*), но очень велико количество глаголов, описывающих процесс выпивки. Можно выделить две группы глаголов – глаголы, описывающие разовое действие 'выпить одним глотком' (*ахнуть, бухнуть, вмазать, врезать, дербализнуть, дерябнуть, дёрнуть, долбануть, жахнуть, загрузиться, заложить, замахнуть, зашибить, кирнуть, клюкнуть, махнуть, накатить, опрокинуть, поддать, принять, раздавить, тянуть, хватить, хлобыстнуть, хлопнуть, хряпнуть...*), где выделяется глагол *загрузиться*, характеризующий состояние человека, принявшего большое количество алкоголя; и глаголы, описывающие длительный процесс выпивания или хроническое пьянство (*бухать, глушить, гудеть, жрать, закладывать (за воротник), заливать, зашибать, квасить, керосинить, кирать, лакать, стаканить, хлебать, хлестать*), причем значение 'пить много' имеют глаголы, *глушить, жрать, стаканить, хлебать, хлестать*, а 'пить много и долго' – *квасить, гудеть*.

Результат выпивки описывают глаголы, прилагательные и фразеологизмы: глаголы могут означать принятие большого количества алкоголя и, как следствие, сильную степень опьянения (*набраться, надраться, надрызгаться, нажраться, нализаться, нахлебаться, назюзюкаться, налимониться*), прилагательные *бухой, косой* и *поддатый* констатируют просто состояние опьянения; фразеологизмы же, построенные по формуле 'пьяный в х' (*пьяный в стельку/в зюзю/в сиську...*) – его тяжелую степень, а фразеологизмы, построенные по формуле 'под х' и некоторые другие – легкую (*под градусом, под мухой, под парами, под хмельком, в подпитии, на взводе*). Несмотря на популярность выпивки, хронический алкоголизм и тяжелое опьянение порицаются: все слова, называющие алкоголиков (*алкаш, алик, алконавт, вытивоха, забулдыга, пропойца, пьянчуга, пьянчужка, пьянь*), содержат в своем значении отрицательную оценку.

Еда

ЕДА занимает в русской разговорной речи менее важное место: слов этого семантического поля (*заправиться, налопаться, натрескаться, нажраться, нахлебаться пожрать, похавать, пошамать*) значительно меньше, чем слов, относящихся к выпивке. Однако так же, как слова семантического поля ВЫПИВКА, эти слова представляют человека в невы-

⁷ **Вспрыскивать, вспырнуть** ... шутч. Пить, пировать за здоровье получившего чинь; *Обмыть копыта новокупке, выпить литки, могарычи* (Даль).

годном свете: с точки зрения говорящего, который пользуется подобной лексикой, человек ест много, жадно, быстро и неаккуратно. Разговорная речь снимает различия между человеком и животным, описывая их действия одними и теми же словами: и человек, и животное *жрут*, могут *зажраться* и быть *зажравшимися*.

Свойства личности

Жадность

Естественно, что при русской любви к застолью одно из самых порицаемых в русской разговорной речи свойств человека – ЖАДНОСТЬ. Дети с раннего детства знают дразнилку «Жади́на-говя́дина-соле́ный огу́рец/ на полу валяется, никто его не ест!», которую распевают, приплясывая, вокруг того, кто не делится тем, что имеет. Жадного человека называют *единоличник*, *единоличница*, *жаба*, *жадина*, *жадоба*, *жадюга*, *жид*, *жила*, *жлоб*, *жмот*, *куркуль*, *сквалыга*, *скряга*, *скупердяй*. Некоторые из этих слов устарели: слова *единоличник* и *единоличница* отражают советскую идеологию периода коллективизации, когда наличие индивидуального хозяйства и нежелание идти в колхоз порицалось и такие крестьяне преследовались властью. Интересно при этом, что слово *куркуль* – исторически пренебрежительное обозначение зажиточного крестьянина (кулака), пользующегося наемным трудом, сохранилось в употреблении.

Жабой называют и саму жадность: о человеке, не желающем отдать что-то или потратить деньги на покупку, говорят, что его *жаба задавила*. Причем сам говорящий может иронически сказать это о себе:

Хотел купить хорошую интересную книжку «Города под водой»/ но *жаба задавила*//; Нужно было брать джип с автоматом/ а меня *жаба задавила*/ взял с ручкой/ теперь жалею// (запись устной речи, 2013).

Жадность как черта личности приписывается иностранцам и вообще нерусским людям – в частности, евреям, о чем говорят наличие значения 'жадный человек' у слова *жид* и глагол *жидиться* в выражении *Не жидись!* 'не жадничай'. Однако в современной разговорной речи эта связь стерта, так что иногда возникают абсурдные и комичные ситуации. Одна моя знакомая рассказывала, что её дочь (русская) по какому-то поводу сказала своему мужу-еврею *Не жидись!* и была ошарашена тем, какой взрыв гнева и обиды это вызвало с его стороны.

Ксенофобия

КСЕНОФОБИЯ, существующая в российском обществе, выражается и прямо – целым рядом слов, обозначающих национальность: *азеры*, *айзеры*, *америкашки*, *америкосы*, *жиды*, *жидовня*, *итальяшки*, *кацапы*, *китаёзы*, *макаронники*, *немчура*, *хачи*, *хачики*, *чурки*, *чучмеки*, *черножопые*. Причем к старым обозначениям, выражающим враждебность к другому народу (*жиды*, *жидовня*, *итальяшки*, *кацапы*, *китаёзы*, *макаронники*, *немчура*, *чурки*, *чучмеки*), прибавились относительно новые, обнаруживающие враждебность к американцам (*америкашки*, *америкосы*, *пиндосы* и их страна *Пиндостан*) и к среднеазиатам (*азеры*, *айзеры*, *хачи*, *хачики*, *черножопые*, *чер-*

ные). Кроме этих слов, появилось и в последнее время стало широко употребительным слово *нерусские*, обобщающее все эти обозначения. *Нерусский* – это не просто иностранец, это человек неславянской национальности, гастарбайтер или мигрант с Кавказа и из Средней Азии. Коннотации слова *нерусский* отражают отрицательное отношение к мигрантам и существующий в российском обществе стереотип, согласно которому выходцы из бывших южных республик Советского Союза ведут себя вразрез с нормами общества. Слово *нерусский* может употребляться и по отношению к славянам, не имеющим российского гражданства, если их поведение раздражает говорящего. Вот характерный пример. На автобусной станции стоит очередь за билетами. Кассир объявляет, что билеты закончились. К очереди подходит молодой человек и говорит, что хочет продать лишний билет. Мгновенно из конца очереди выскакивает женщина славянской наружности, говорящая с украинским акцентом, и покупает билет, вызывая возмущение людей, стоявших перед ней. Одна из тех, кому не повезло, говорит: «Что вы хотите? Она же *нерусская!*».

Назовем некоторые другие тематические классы.

Падение

Русская разговорная речь неожиданно уделяет огромное внимание ПАДЕНИЮ в буквальном смысле слова. В «Толковом словаре русской разговорной речи» 29 глаголов со значением 'упасть': *ахнуться*, *бабахнуться*, *бахнуться*, *брякнуть*, *бухнуться*, *гробануться*, *грохнуться*, *жахнуть*, *кокнуться*, *ляпнуться*, *навернуться*, *повалиться*, *приложиться*, *растянуться*, *рухнуть*, *садануться*, *свалиться*, *сверзиться*, *трахнуться*, *треснуться*, *ухнуть*, *хлопнуться*, *хряснуться*, *шандарахнуть*, *шарахнуть*, *шлёпнуться*, *шмякнуться*. Большая часть этих глаголов – звукоподражательные: они описывают падение с высоты с шумом (*бабахнуться*, *бахнуться*, *брякнуть*, *бухнуться*, *грохнуться*, *трахнуться*, *ухнуть*, *хлопнуться*, *хряснуться*, *шлёпнуться*), другие описывают положение, принятое телом после падения (*приложиться*, *растянуться*) или сам процесс падения (*навернуться*, *повалиться*, *рухнуть*, *сверзиться*) и боль, которая при этом возникает (*долбануться*, *звездануться*, *садануться*, *треснуться*). Трудно сказать, почему падение с высоты так занимает носителей русской разговорной речи; можно только сделать довольно вульгарное предположение, что состояние российских дорог и тротуаров всегда заставляло и заставляет россиян думать о том, чтобы не упасть, ср.:

Не знаю/ вот удивляюсь до сих пор// Там буксовал какой-то «КАМАЗ»/ наверно прям/ и грязью вот эти буруны вот эти/ остались// а потом он// это все засохло на летнем солнце/ я прям *навернулась* туда// блин// [Общий смех] (Беседа о велосипеде. Из материалов Саратовского университета, 1990–1999).

Кроме того, часто падают пьющие люди, не зря существует выражение *асфальтовая болезнь*. Способствует падениям и привычка российских женщин

ходить на высоких каблуках независимо от того, где они находятся⁸.

Передо мной девчонка бежала, так вот, она на своих каблочищах поскользнулась и *брякнулась* (Д. Донцова. Микстура от косоглазия).

Грязь

Примерно такое же простое предположение заставляет сделать развитость номинации в другой области: ГРЯЗЬ. Грязь – существенная составляющая российской жизни. Достаточно вспомнить первую строчку стихотворения М.Ю. Лермонтова «Родина»: *Прощай, немытая Россия...* Для русских текстов типично словосочетание *непролазная грязь*. Грязь, осенняя и весенняя распутица, бездорожье – нестаряющая тема картин русских художников от XIX в. и до сегодняшнего дня.

Значимость грязи в российской жизни отражает и то, что слово *грязь* входит в состав топонимов: *Черная грязь* – деревня в Московской области, *Грязь* – деревня в Смоленской области, город *Грязи* в Воронежской области, название которому, согласно легенде, дал Петр I, у коляски которого, затянутой раскисшим чернозёмом, отвалилось колесо.

Грязь может быть темой разговоров, а также записей в письменных документах, в частности, блогах:

ВПК поднимается в области/ и единственное/ что меня поражает это *грязь*// Эта *грязь*/ темнота в областном центре тоже действуют (Беседа с социологом на общественно-политические темы (Самара) // Фонд «Общественное мнение», 2001).

«...Примерно в двух километрах от Икеи есть станция, которую пусть редко, но все же посещают электрички. Идти туда зимой неприятно, *грязь-слякоть*, местами вообще проселочная дорога, но зато электрички не стоят в пробках» (Блог, 2013).

Об особом характере российской грязи и о роли грязи в российской жизни писал М. Эпштейн [12]:

«В России земля всюду, где это только возможно, норовит впитать в себя больше воды и раскваситься в болотце. Деревенские улицы давно уже превратились в заливы и побережья всемирного океана трясины. Дым и *грязь* – две особенности российского пространства, которые утепляют и умягчают его. Конечно, главные человеческие потребности: дыхание и ходьба – очень затрудняются дымом и *грязью*. Саднит в груди, ноют колени» (М. Эпштейн. О стихиях).

В устном корпусе НКРЯ слово *грязь* встречается в 215 документах (всего 308 употреблений), в то время как слово *чистота* встречается почти в два раза реже (113 документов, 168 употреблений).

В русской разговорной речи слова семантического поля ГРЯЗЬ описывают три области: грязное помещение, грязного человека и грязные вещи. Грязное помещение – это *помойка*, *свалка*, *свинарник*, *хлев*. Хотя каждое из этих слов имеет свое специализированное значение (*помойка* – место, в которое выбрасывают мусор, *свалка* – место, куда свозят мусор и выбро-

шенные вещи, *свинарник* и *хлев* – помещения, в которых содержатся животные), в разговорной речи эти слова применяются к любым грязным помещениям, которые используют люди.

Целый ряд глаголов описывает действия, в результате которых помещения или предметы становятся грязными: *загадить*, *загваздать*, *залипать*, *замазать*, *замарать*, *замызгать*, *замусорить*, *запачкостить*, *заплевать*, *засрать*. Только немногие из них указывают способ действия, при котором помещение становится грязным – *залипать* 'испачкать, разбрызгивая жидкость', *замусолить* 'испачкать слюной или мокрыми липкими руками'. Остальные, хотя их основа содержит указание на то, в результате какого именно действия что-то становится грязным, на самом деле имеют обобщенный характер – т. е. *заплевать* не значит 'сделать грязным плевыми'.

Другая группа глаголов описывает действия, в результате которых грязной становится одежда или предмет: *извозюкать*, *изгваздать*, *затаскать*, *захватать*. Часто сочетаются такие свойства одежды и вещей вообще, как 'грязный' и 'старый'. Так, *захватанный* и *затасканный* – это не только носящий на себе отпечатки частого и длительного использования и поэтому грязный, но и постаревший от длительного употребления.

Существует и ряд обозначений неряшливого, грязного человека: *грязнуля*, *грязнуха*, *замарашка*, *замухрышка*, *засранец*, *засранка*, *неряха*, *поросёнок*, *свинтус*, *хрюшка*, *чумичка*. При этом можно различить обозначения человека, у которого грязный внешний вид (*замарашка*, *замухрышка*, *засранец*, *засранка*, *чумичка*) и слова, которые, в зависимости от ситуации, могут иметь одно из двух значений – 'грязный' или же 'устраивающий беспорядок, разводящий грязь', например:

Неряха жуткая. Может в грязных джинсах или футболке гулять пойти, я ей говорю, что грязно же, переоденься, а она – ой, а я и не заметила (Наши дети: Подростки // Интернет-форум, 2004).

– Вижу за стеной беспорядок, – сказал он грустно. – Все не убрано, все разбросано. Наверное, там, в соседней комнате, живет ужасный *неряха* (Л. Сапожников. Митя Метелкин в Стране Синих роз).

В разговорной речи есть и обозначения человека, любящего чистоту: *аккуратист*, *аккуратистка*, *чистюля* – но, во-первых, их намного меньше, чем слов, обозначающих грязного, неряшливо одетого человека, а во-вторых, эти слова часто выражают презрение, ср.:

Местные же дети, босоногие колхозники, привыкли не подходить к *чистюлям* – ровесникам, одетым по-городскому (Б. Кенжеев. Из Книги счастья).

'Грязное', безотносительно к типу объекта, характеризуется рядом прилагательных: *загаженный*, *задрипанный*, *замызганный*, *замусоленный*, *занюханый*, *засранный*, *затасканный*, *зачуханный*. В своем первоначальном употреблении слово *задрипанный* связано с представлением об одежде, испачканной и изодранной, ср.:

ЗАДРЕ(Я,И)ПАТЬ одежду, юж. Затаскать по грязи, измарать и изорвать, отделать (Даль).

⁸ У русской дамы каблук так каблук – одиннадцать сантиметров минимум, если бриллианты, то огромных размеров, каратов по 30! (Модельер Александр Васильев о манере русских женщин одеваться).

В современной разговорной речи оно может быть использовано по отношению к любому объекту – к животному, к помещению, например:

Какой-то он *задрипанный*/ помойный весь/ блудный// – *Зачиханный*// (разговор о коте, которого привезли домой в Москву после лета, проведенного на даче, август 2013).

Школа *задрипанная* какая-то (запись устной речи, август 2013).

Природа

Природе разговорная речь уделяет очень мало внимания, но всё же в ней находит отражение одна характерная особенность русского климата – холод. Слова поля ХОЛОД – это различные производные от слов *холод* и *мороз*: *холодина*, *холодище*, *холодрыга*, игровое *холодильник*, *морозище*, *морозьяка* и слова, передающие ощущения говорящего, – онемение в конечностях и во всем теле (*дубак*, *дубняк*) и дрожь (*колотун*).

Жаре разговорная речь уделяет значительно меньше внимания, в частности, потому, что сильная жара раньше была нехарактерна для России. Для нее есть всего несколько обозначений: *жарища*, *жарюга*, *жарынь*.

Оценка

Естественно, что при том, как часто отрицательная оценка присутствует в значении слова в качестве одного из его компонентов, в разговорной речи есть огромное число слов, у которых отрицательная оценка – единственный компонент значения. Эти слова могут не иметь ограничений сочетаемости, т.е. использоваться по отношению к любым оцениваемым объектам, а могут быть специализированными, использующимися только по отношению к объектам оценки, принадлежащим определенным тематическим классам.

Отрицательное отношение к любой ситуации говорящий может выражать целым рядом восклицаний-эвфемизмов, заменяющих матерные выражения: *блин*, *ёж/шкин кот*, *ёксель-моксель*, *ёлки-моталки*, *ёлки-палки*, *ё-моё*, *японский бог*. Самое распространенное из них, которое можно сейчас услышать и от малого, и от старого, – это *блин*:

У него температура поднялась// Думаю/ *блин*/ в реанимацию бы его надо// (запись устной речи, 2013. Женщина 68 лет, фельдшер).

Дать отрицательную оценку любому объекту говорящий может с помощью длинного ряда прилагательных: *аховый*, *гадский*, *говенный*, *голимый*, *дермовый*, *дрянной*, *дьявольский*, *ерундовский*, *идиотский*, *мерзопакостный*, *отстойный*, *паршивый*, *поганный*, *проклятый*, *противный*, *сраный*, *тупой*, *чёртов*, *чёртовский*....

Все, что не нравится говорящему, он может характеризовать как ничтожное, не заслуживающее внимания (*жалкий*, *вишивый*, *ерундовый*, *завалиющий*, *неважнецкий*, *никакой*, *никудашный*, *никчемный*, *плохонький*, *чепуховый*). Выражать отрицательную оценку, никак не связанную с характером объекта, могут и прилагательные, потерявшие свое исходное значение ‘грязный’ (*задрипанный*, *помойный*), ср.:

Я имел дело с приставами. *Помойная* организация (Запись устной речи, авг. 2013).

Специальные средства существуют для выражения отрицательного отношения к содержанию речи. Они либо описывают его как абсурдное, не соответствующее реальности (*ахиня*, *белиберда*, *бред*, *бредятина*, *вздор*, *галиматья*, *ересь*), либо как не несущее никакой информации и, соответственно, не имеющее никакой ценности (*дребедень*, *ерунда*, *ерундистика*, *ерундовина*, *мура*, *фигня*, *хренотень*, *хрень*, *чепуха*, *чушь*).

В результате всего сказанного сформировалась довольно мрачная картина, и возникает вопрос – а есть ли в разговорной речи средства для выражения положительных эмоций и положительной оценки? Безусловно, есть – это такие слова, как *здорово*, *классно*, *круто*, *отпад*, но их запас невелик.

Наш материал позволяет сделать некоторые выводы об особенностях синонимии и антонимии разговорной речи.

Такие семантические поля разговорной речи, как *выпивка*, *грязь* и *оценка* (отрицательная) демонстрируют чрезвычайно развитую синонимию. Мы отмечали, в частности, огромное количество глаголов выпивки. И здесь мы сталкиваемся с одной особенностью русской разговорной речи, которая одновременно представляет трудность для лексикографа. Дело в том, что все попытки описать семантические различия между этими глаголами обречены на провал. Мы имеем дело с почти абсолютными синонимами, например, *глушить* и *жрать* водку ‘пить много’. Смысл такой развитой синонимии, по видимому, просто в том, чтобы разнообразить речь, поскольку в России не только много пьют, но и много говорят о выпивке.

Та же особенность характерна для семантического поля *ГРЯЗЬ*: в толкованиях значений слов, обозначающих грязные помещения, невозможно выделить различающие их компоненты. *Хлев* не грязнее, чем *свинарник* или *помойка*, так что мы опять имеем дело с абсолютной синонимией.

Семантическое поле отрицательной оценки чрезвычайно богато синонимичными прилагательными, которые, благодаря отсутствию у них различительных признаков, могут использоваться применительно к любому объекту.

Это явление очень близко к такой особенности разговорной речи, как сосуществование равноправных вариантов номинации – слов-дублетов, например *султан*, *верхушка*, *пика*, *наконечник*, *шпиль* ‘елочная игрушка, украшение для верхушки елки’ [1, с. 443].

Особенности антонимии разговорной лексики хорошо иллюстрируют слова, характеризующие интеллект человека. Как мы видели, обозначения тупых и глупых людей (*балда*, *болван*, *дурак*, *идиот*, *кретин*...) и противопоставленные им немногочисленные обозначения людей с высоким интеллектом (*умник*) могут выражать одну и ту же (отрицательную) оценку. Эту же особенность можно наблюдать в семантическом поле *ГРЯЗЬ*: у слов *грязнуля* и *чистюля* денотаты противопоставлены, но оценку они выражают одну и ту же, отрицательную.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, какие выводы об особенностях разговорной речи можно сделать на основании рассмотренного материала?

1. Разговорная речь обслуживает все сферы существования человека, но при этом особое внимание уделяет отдельным, коммуникативно-значимым областям. Семантические поля, связанные с этими областями, характеризуются чрезвычайно высоким лексическим наполнением.

2. Разговорная речь обладает чрезвычайно развитой синонимией, однако в большинстве случаев эта синонимия избыточна: синонимы не выражают оттенков значений, но представляют собой просто фонетически различные обозначения одного и того же, функция которых – разнообразить речь.

3. Отношения антонимии могут иметь в разговорной речи своеобразный характер: слова, противопоставленные по денотату, могут совпадать по оценке.

4. Разговорной речи свойствен серьезный «крен» в сторону описания отрицательных сторон жизни. В то время как свойствам, явлениям, предметам, вызывающим отрицательную оценку говорящих, посвящены множества слов, для противоположных, положительных явлений номинация чрезвычайно бедна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Русская разговорная речь / отв. ред. Е.А. Земская. – М.: Наука, 1973.
2. Земская Е.А. Русская разговорная речь. Проспект. – М., 1968.
3. Русская разговорная речь. Общие вопросы. Словообразование. Синтаксис / отв. ред. Е.А. Земская. – М.: Наука, 1981.
4. Толковый словарь русской разговорной речи. Проспект / отв. ред. Л.П. Крысин. – М., 2010.
5. Крысин Л.П. О словарном представлении лексики некодифицированных систем русского языка // Известия Российской академии наук. – 2010. – Т. 69, №1 – С. 28–43.

6. Крысин Л.П. Человек в зеркале русской разговорной речи: Лексикографический аспект // Филология. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011, № 6(2). – С. 341–343.
7. Русский идеографический словарь: Мир человека и человек в окружающем его мире (80 концептов, относящихся к духовной, ментальной и материальной сферам жизни человека) / отв. ред. Н.Ю. Шведова. – М.: Азбуковник, 2011.
8. Шелов С.Д. Рецензия на «Русский идеографический словарь: Мир человека и человек в окружающем его мире (80 концептов, относящихся к духовной, ментальной и материальной сферам жизни человека)» / Отв. ред. Н.Ю. Шведова. – М.: Азбуковник, 2011.
9. Добровольский Д.О. Образная составляющая в семантике идиом // Вопросы языкознания. – 1996. – № 1. – С. 117–124.
10. Рудерман М.В. Обозначение симптомов страха в русском и арабском языках // Труды Международного семинара Диалог'2001 по компьютерной лингвистике и её приложениям. – URL: <http://www.dialog-21.ru/digest/archive/2001/>.
11. Apresjan V. Ju. 'Fear' and 'pity' in Russian and English from a lexicographic perspective // International Journal of Lexicography. – June 1997. – Vol. 10, № 2. – P. 85–111.
12. Эпштейн М. На границах культур: русское – американское – советское. О стихиях. – Нью-Йорк: Слово/Word, 1993. – URL: (http://old.russ.ru/antolog/intelnet/esse_stikhii.html).

Материал поступил в редакцию 22.08.15.

Сведения об авторе

РОЗИНА Раиса Иосифовна – доктор филологических наук, ведущий научный сотрудник Института русского языка им. В.В. Виноградова РАН
e-mail: garozina@yandex.ru

Выбор падежа абстрактных существительных при переходных глаголах с отрицанием

Рассматривается проблема выбора падежа абстрактных существительных в конструкциях с отрицанием. Анализируется механизм выбора падежа при отрицании в конструкциях с полнозначительными и неполнозначительными глаголами, с конкретными и абстрактными существительными. Проводится различие в выборе падежа в конструкциях с неполнозначительными и десемантизированными глаголами. Иллюстрируется сдвиг центра внимания носителей языка с синтаксического маркирования границ конструкции на семантику ее частей.

Ключевые слова: отрицание, родительный падеж при отрицании, винительный падеж при отрицании, абстрактные существительные, пропозициональные имена, неполнозначительные глаголы, полнозначительные глаголы, выбор падежа

Вариативность падежей при отрицании – одна из актуальных проблем современной русистики. На то, что существовавшая еще в XIX в. норма, требовавшая замены винительного падежа на родительный в позиции при переходном глаголе с отрицанием, соблюдается не во всех случаях, обратил внимание А.С. Пушкин (см. [1]). При этом в грамматиках долгое время обозначались лишь отдельные случаи отступления от правила [2–8]. Только в Русской грамматике 1980 г. (РГ-80) вариативность родительного и винительного падежей при отрицании признается как явление и описывается в отдельной статье [9].

Та же РГ-80 предлагает список факторов, при которых, с одной стороны, возможен только родительный или только винительный падеж объекта при отрицании, а с другой стороны – допустимы обе падежные формы. К таким факторам в грамматике относят: множественное число объекта, семантическую группу глагола, вид глагола, конкретность или абстрактность имени и др. Помимо этих факторов, другие исследователи также называют: референтность имени, бытийный характер конструкции (по отношению к вариативности падежа субъекта) [10].

В научной лингвистической литературе выбору падежа объекта при отрицании уделяется пристальное внимание, этой проблеме посвящены работы [10–14] и др. Во всех этих работах внимание исследователей обращено на конструкции с конкретным объектом, абстрактная же семантика имени объекта принимается как фактор, требующий постановки объекта в родительном падеже.

Однако реальное употребление этому правилу противоречит, и в живой речи абстрактный объект при отрицании может стоять как в родительном, так и в винительном падеже (например, по материалам Интернета, *не оказал помощь* не менее частотно, чем

не оказал помощи). Таким образом, абстрактная семантика объекта больше не является определяющим фактором в пользу родительного падежа. Тем не менее, конструкции с абстрактными именами в лингвистике разработаны не были.

Особое внимание привлекают конструкции с пропозициональными именами (или предикатными) – именами существительными, обозначающими событие и по семантике соотносимыми с глаголом (*помощь – помогать, давление – давить, решение – решать*). Особенность таких конструкций заключается в том, что глагол вместе с именем обозначают единое событие, причем семантика действия выражена именем существительным, а выражение грамматических значений ложится на глагол. Другими словами, глагол в конструкциях с пропозициональными именами выполняет вспомогательную функцию, становясь неполнозначительным. (Согласно [15], глагол не во всех случаях десемантизируется полностью, но его исходное значение всегда абстрагируется.)

Таким образом, в подобных конструкциях переходный глагол и зависимое от него имя совместно описательно выражают одно и то же понятие, лексическая сторона которого отражается в имени, а грамматическая – в глаголе. Из этого следует, что в конструкциях с пропозициональным именем связь между глаголом и существительным намного крепче, чем в конструкциях с конкретным глаголом и конкретным именем.

Структура отрицательной конструкции (при нормальной тема-рематической последовательности) такова: «не + глагол + ИГ_{Род./Вин.п}». Началом этой конструкции является отрицательная частица, а концом – падежное окончание имени.

Исходя из этого, можно предположить, что измененное окончание имени при появлении отрицания –

наряду с частицей – являлось своеобразным маркером границ отрицательной конструкции. Возникновение вариативности в таком случае может быть свидетельством тенденции к анализируемости: частица, глагол и именная группа (ИГ) воспринимаются не как части единой конструкции, а как самостоятельные элементы, каждый со своим значением.

Однако в конструкциях с пропозициональными именами глагол и имя в большинстве случаев семантически неразрывны и не могут восприниматься по отдельности. Связь между глаголом и именем удерживает связь внутри конструкции, и поэтому в конструкциях с предикатными актантами предпочтителен родительный падеж. Если примеры XIX в. – первой половины XX в. подтверждают эту интерпретацию, то примеры второй половины XX в. – начала XXI в. указывают на то, что функция маркирования границ конструкции уступает место семантическим основаниям выбора падежа.

Чтобы представить реальную картину выбора падежа при неполнозначительных глаголах с отрицанием, было проведено исследование. Исследование проводилось на материале новостных заголовков информгентств (РИА Новости, Интерфакс, Regions.ru, Росбалт, ТАСС, Lenta.ru и др.) за период 2013–2015 гг. Особенность материала заключается в том, что в заголовки выносятся сущностная, часто эпатазирующая информация, что предполагает особое внимание к семантике лексем и словоформ.

Вне рассмотрения были оставлены примеры с так называемыми усилителями отрицания (*никакой, никогда*) и с объектами в тематической позиции, так как эти факторы не оставляют говорящему возможности выбора. Кроме того, не рассматривались примеры с омонимией форм: с существительными на *-ие*, у которых родительный падеж единственного числа равен именительному падежу множественного.

Рассматривались четыре группы примеров:

1. *Не + принять постановление/закон/проект/решение*: полнозначительный глагол и конкретное существительное.

2. *Не + высказал сомнение/удивление/уверенность*: полнозначительный глагол и пропозициональное существительное.

3. *Не + оказать влияние/давление*: неполнозначительный глагол и пропозициональное существительное.

4. *Не + принять решение* + инфинитив: неполнозначительный глагол и пропозициональное существительное.

Каждая группа дала отличные от других групп результаты.

1. *Не + принять постановление/закон/проект/решение*

В этой группе конструкция представлена полнозначительным глаголом и существительным с конкретной семантикой. Значение глагола в такой конструкции не абстрагируется, допускается свободная замена его на другой глагол в зависимости от контекста (*отклонить, рассмотреть*). Существительное –

это конкретные документы (чаще всего референтные), с которыми можно совершить конкретное действие – принять или отклонить.

Следует отметить, что данные имена практически во всех случаях референтны: сообщая что-то о документе, подразумевают, что этот документ уже существует, и по поводу него надо только принять решение. Как известно, референтность объекта является одним из факторов в пользу винительного падежа.

Кроме того, в контексте рассматриваемого материала документы, называемые существительным, важны для автора и читателя – это статусные, общественно (и международно) значимые документы (именно такие обычно попадают в поле зрения СМИ). Такие имена тяготеют к тематической позиции: обсуждаемый документ в статье выступает как известное с точки зрения актуального членения предложения – тема, а ремой является глагол, сообщаящий новую информацию о теме.

Добавим, что для таких документов важна номинация, в исходном виде она представлена именительным падежом. При отрицании винительный падеж, по форме равный именительному, удерживает эту номинацию.

В примерах этой группы (примеры 1.1) закономерно преобладание винительного падежа (соотношение 9:1).

1.1 (а) Народный Хурал *не принял постановление* митинга 30 января.

(б) Премьер области Денис Паслер *не принял* в существующем виде *проект* постановления правительства «Об утверждении Порядка заключения договоров (соглашений) между исполнительными органами государственной власти Свердловской области и казачьими обществами», заявив, что он нуждается в доработке.

(в) Немецкий парламент *не принял закон* о налоговых льготах для дизельных автомобилей.

(г) Парламент Армении *не принял заявление* АНК и «ПА» о кризисе госуправления.

(д) Демчишин: Кабмин сегодня *не принял решение* о повышении цен на газ для населения.

Итак, с глаголом *принимать* в конкретном значении подавляющее большинство примеров – с винительным падежом объекта (1.2). При этом в найденных примерах с синонимичным глаголом *ратифицировать* не встретилось ни одного примера с объектом в родительном падеже (соотношение 1:0).

1.2 (а) Сенат США *не ратифицировал Конвенцию* ООН о правах инвалидов.

(б) Европарламент *не ратифицировал антипаратское соглашение* АСТА.

(в) Казахстан до сих пор *не ратифицировал Актауский протокол*.

Такую закономерность можно объяснить тем, что у глагола *ратифицировать* более конкретное и только одно значение – у него нет тенденции к неполнозначительности, а кроме того, этот глагол имеет официально-деловую стилистическую окраску и употребляется только в тех случаях, когда речь идет о статусных документах.

2. *Не + высказать сомнение/удивление/уверенность*

В этих фразах интерпретируется чужой речевой акт. При этом глагол выражает речевое действие лица, а существительное – иллюкутивную силу речевого акта. Такая конструкция включает полнозначительный глагол речи и пропозициональное существительное.

В этой группе больше примеров с родительным падежом – 4:1 (примеры 2.1). Очевидно, родительный падеж удерживается благодаря пропозициональному существительному.

2.1 (а) Европейские партнеры Газпрома *не высказывали сомнений* в надежности компании.

(б) Еврокомиссия и МАГАТЭ *не высказывали претензий* Беларуси по строительству АЭС.

(в) Клинтон: страны ОБСЕ *не высказали озабоченности* публикациями WikiLeaks.

(г) На встрече по климату в Бангкоке страны *не высказали протеста*.

Были также рассмотрены конструкции с другими описательными предикатами, выражающими речевое действие, – с глаголами *объявлять* (2.2) и *осуждать* (2.3) (примеры с иллюкутивными глаголами *заявлять* и *излагать* в нашей выборке количественно не показательны). Примеров с объектом в винительном падеже при этих глаголах намного больше – 6:1 и 1:0 (100%) соответственно.

2.2 (а) Следствие: Сулим Ямадаев *не объявлял кровавой мести* Кадырову.

(б) Владимир Путин *не объявлял Второй холодной войны*.

(в) УФСИН по Мурманской области: Василий Шамбир *не объявлял голодовку*.

(г) Болотов говорит, что *не объявлял войну* главе «ДНР».

(д) Захарченко *не объявлял прекращение* перемирия в Донбассе.

(е) «Метинвест» *не объявил дефолт*.

(ж) Геворга Сафаряна избили, из-за того, что президент Армении *не объявил амнистию*.

2.3 (а) Госдеп *не осудил призыв* отставного американского генерала убивать русских.

(б) Чуркин выразил удивление тем, что генсек ООН *не осудил нападение* на посольство в Киеве.

(в) Из «регионалов» только Чечетов *не осудил силовой разгон* евромайда.

(г) Порошенко *не осудил снос* памятника Ленину в Харькове.

(д) Абдулатипов Р. *не осуждал охранительные органы*.

Разница между примерами с глаголом *выразить* и *высказать*, с одной стороны, и с глаголами *объявить* и *осудить*, с другой стороны, заключается в следующем. В первом случае объекты называют внутренние (мысленные) действия, которые становятся внешними, только будучи высказанными (*высказать протест = протестовать*). Оба действия – и выраженное глаголом, и выраженное существительным – совершаются одним и тем же лицом. Во втором случае объекты называют внешние действия (активные), которые были совершены ранее. Глагол и существительное в этом случае называют действия, совершае-

мые разными лицами. Другими словами, связь глагола *высказать* с объектом теснее, чем связь глаголов *объявлять* и *осуждать*. Более тесная связь между глаголом и зависимым от него объектом увеличивает возможность появления родительного падежа при отрицании.

Надо отметить, что во многих примерах с глаголом *высказать* действующим фактором может быть множественное число объекта.

Для сравнения: в найденных примерах с отрицаемым глаголом *выразить* (2.4) все объекты стоят в родительном падеже (100%). В конструкции «не + выразить удивление/желание/соболезнование/недоверие» также есть пропозициональное существительное, но при этом глагол – неполнозначительный, интерпретация чужого речевого акта не является его единственной функцией (ср. пример «Выразить план в цифрах» в словаре Ожегова [16]).

2.4 (а) Путин *не выразил удивления* по поводу убийства Бузины.

(б) Вратарь «Филадельфии» Стив Мэйсон *не выразил желания* приехать на чемпионат мира.

(в) Горсовет Днепропетровска *не выразил недоверия* городскому голове.

(г) Обама *не выразил соболезнований* в связи с кончиной Чавеса.

3. *Не + оказывать влияние/давление*

В этой группе представлено сочетание неполнозначительного, каузативного, глагола и пропозиционального существительного (*оказывать влияние = повлиять, оказывать давление = надавить*). Важно отметить, что однословный предикат (*повлиять, надавить*) будет синонимичен не только объекту, а сочетанию глагола и объекта целиком.

В этой группе соотношение примеров с винительным и родительным падежом 9:1 в пользу родительного (3.1). Здесь сохраняется корреляция между связью неполнозначительного глагола и пропозиционального существительного и функцией маркирования границы родительного падежа.

3.1 (а) Данные по ВВП *не оказали влияния* на британскую валюту.

(б) Авария на Ачинском НПЗ несмотря на старания спекулянтов *не оказала влияния* на цены бензина на АЗС.

(в) Якин: ФК «Спартак» *не оказал нужного давления* на оборону «Ростова».

(г) МИД: посол Елемесов *не оказывал давления* на правоохранительные органы Италии.

4. *Не + принять решение + инфинитив*

В эту группу включены примеры с неполнозначительным глаголом *принять* и абстрактным значением существительного *решение*. Это значение существительного пропозициональное, его вместе с глаголом можно заменить акциональным глаголом *решишь*.

Примеры с данной перифразой определенного результата не дали. Вопреки ожиданиям, примеров с родительным падежом в этой группе меньше – 3:2 (4.1).

4.1 (а) Кабмин *не принял решения* по повышению тарифов на газ для населения.

(б) Соединённые Штаты пока не приняли решения о поставках оружия Украине.

(в) Обама пока не принял решение о военном ударе по сирийским объектам.

(г) Вашингтон не принял решение о представителе США на праздновании Дня Победы в Москве.

Разница между конструкциями *принять решение* и *оказать влияние/давление* в том, что в последней глагол почти полностью десемантизировался, приняв на себя только грамматическую функцию (в теории «Смысл – Текст» И.А. Мельчука [17] глагол *оказывать* рассматривается как функция Орег, работающая с неполнозначительными глаголами). Толковый словарь русского языка Ожегова [16] дает определение слову *оказать* только через существительное: «В сочетании с нек-ыми существительными обозначает действие по знач. данного существительного» [16]. У глагола *принять* тоже есть опосредованное объектом значение: «Совершить, осуществить (то, что выражено существительным)» [16] – но это значение более конкретно. Так как глагол *принять* несет на себе долю семантики перифразы, то он более свободен от существительного; вместе со связью между частями словосочетания разрушается и связь конструкции, отсюда – появление винительного падежа. Тем не менее, связь внутри конструкции разорвана не полностью, что отражает разница в количестве примеров с одним и с другим падежом.

* * *

Подводя итоги, можно отметить, что синтаксическое маркирование границ отрицательной конструкции становится неактуальным для носителей языка. На современном этапе выбор падежа при отрицании обнаруживает в качестве определяющего фактора семантику частей конструкции. Другими словами, вместо функции маркирования границ синтаксической конструкции родительный падеж выполняет семантическую функцию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винокур Г.О. Пушкин и русский язык (Сб. «А.С. Пушкин. 1837–1937». М., 1937) // Избранные работы по русскому языку. – М.: Учпедгиз, 1959. – С. 189–206.
2. Барсов А.А. Российская грамматика / подготовка текста и текстологический комментарий М.П. Тоболовой; под ред. и с предисл. Б.А. Успенского. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 776 с.
3. Востоков А.Х. Русская грамматика. – СПб.: Тип. И. Глазунова, 1831. – 408 с.
4. Грамматика русского языка. Т. 2. Синтаксис. Ч. 1. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1960. – 702 с.
5. Греч Н. Практическая русская грамматика. – СПб., 1834. – с. 266.
6. Пешковский А.М. Русский синтаксис в научном освещении. – 7-е изд. – М.: Государственное учебно-педагогическое изд-во Министерства просвещения РСФСР, 1956. – 512 с.
7. Российская грамматика. – СПб.: Императорская Российская Академия, 1819. – 273 с.
8. Шахматов А.А. Синтаксис русского языка / вступ. статья д-ра филол. наук, проф. Е.В. Клобукова; редакция и комментарии Е.С. Истриной. – 3-е изд. – М.: УРСС, 2001. – 624 с.
9. Русская грамматика. Т. 2. – М.: «Наука», 1980. – 714 с.
10. Падучева Е.В. Генитив дополнения в отрицательном предложении // Вопросы языкознания. – 2006. – № 6. – С. 21–43.
11. Объектный генитив при отрицании в русском языке / Ред. кол.: А.Б. Летучий, Е.В. Рахилина, Т.И. Резникова; сост. Е.В. Рахилина. – М.: Пробел-2000, 2008. – 176 с.
12. Bailyn J.F. Genitive of negation is obligatory. In Annual Workshop on Formal Approaches to Slavic Linguistics: The Cornell Meeting 1995 / eds. W. Browne, E. Dornsich, N. Kondrashova, and D. Zec, 84–114. – Ann Arbor: Michigan Slavic Publications, 1997.
13. Borschev V., Partee B. The Russian genitive of negation: Theme-Rheme structure or perspective structure? // Journal of Slavic Linguistics. – 2002. – Vol. 10. – P. 105–144.
14. Pereltsvaig A. The genitive of negation and aspect in Russian. In McGill Working Papers in Linguistics 14 / eds. Yvan Rose and Jeff Steele, 111–140. – Montreal: McGill University, 1999.
15. Макович Г.В. Описательные предикаты со значением конкретного действия, поведения, когнитивно-познавательной и речевой деятельности в современном русском языке. – Челябинск, 1995. – 152 с.
16. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. 80 тыс. слов и фразеологических выражений / РАН. Институт русского языка им. В.В. Виноградова. 4-е изд., дополненное. – М.: ООО «А ТЕМП», 2006. – 944 с.
17. Мельчук И.А. Опыт теории лингвистических моделей «Смысл – Текст». – М.: Школа «Языки русской культуры», 1999. I–XXII. – 346 с.

Материал поступил в редакцию 24.10.15.

Сведения об авторе

ФЕСЕНКО Вера Павловна – аспирант Института русского языка им. В.В. Виноградова РАН, Москва.
e-mail: verun4ik_18@mail.ru