

КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД УСТРАНЕНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО РАЗРЫВА

*Евгений Евгеньевич Чехарин, соискатель,
e-mail: mireanir@bk.ru,*

*Научно-исследовательский институт,
аэрокосмического мониторинга «Аэрокосмос»,
<http://www.aerocosmos.info>*

Статья описывает когнитивное моделирование как инструмент познания. Статья описывает когнитивное моделирование как инструмент решения сложных задач. Описано явление семантического разрыва. Показаны негативные последствия этого явления. Описано когнитивное моделирование при устранении семантического разрыва. Раскрыто содержание семантического описания и семантического моделирования. Описан процесс информационного взаимодействия в семантическом поле.

Ключевые слова: моделирование, информационное моделирование, когнитивное моделирование, семантическое моделирование, семантический разрыв, анализ, информационные конструкции, информационное поле, семантическое поле

Введение



Е.Е. Чехарин

В настоящее время проявляется повышенный интерес к методам когнитивного моделирования, как дополнительного инструмента анализа сложных задач [1]. Оно широко применяется при обработке информации больших объемов [2, 3]. Оно широко применяется в направлении совершенствования методов интерпретации [4, 5] и ситуационного моделирования [6]. Когнитивное моделирование направлено на формирование информационных конструкций в сложных и неопределенных ситуациях, при нехватке количественной информации о состоянии и динамике таких ситуаций. Применение методов когнитивного моделирования позволяет действовать в условиях нечеткости и неопределенности. Когнитивное моделирование решает задачи мягкого резонансного управления сложными социально-экономическими системами [7]. Особенность такого управления в опоре на самоуправление и саморазвитие систем. Кроме того, при решении задач и описании сложных явлений возникает семантический разрыв, который характеризуется нехваткой средств описания для сложного явления. Эту задачу частично решает когнитивное моделирование и служит основой ликвидации семантического разрыва.

Механизм семантического разрыва. Семантический разрыв характеризуется информационной неопределенностью [8, 9]. Анализ его появления позволяет построить следующую парадигматическую цепочку:

незнание → информационная неопределенность → семантический разрыв → информационная асимметрия → информационная потребность → информационное взаимодействие → когнитивное взаимодействие → устранение семантического разрыва.

Семантический разрыв [10] характеризует различие между описаниями объектов различных формальных представлений, например, языковое и символическое представление, языковое и формульное представление [11]. В компьютерной науке, семантический разрыв рассматривается как ситуация, когда обычная деятельность человека: наблюдения и задачи – передаются в вычислительное представление с потерей семантической содержательности. «Разрыв» означает разницу между многозначностью формулировки контекстуальных знания естественного языка и упрощенной формализации воспроизводимой в

вычислительной среде и в формальных языках, например, в языках программирования. «Семантический» в данном случае означает уменьшение или существенное исключение смысловой содержательности. Уменьшению семантического разрыва посвящены многие работы, особенно в области параллельных вычислений. Однако семантический разрыв имеет место всегда в других областях, когда происходит кодирование информации или построение модели объекта с уменьшением семантического содержания. Поэтому вопросы устранения или уменьшения семантического разрыва актуальны во многих областях.

Семантическое описание. Семантическое описание включает совокупность описаний, имеющих внутреннюю содержательность. Внешняя семантика может быть определена как семантика модели внешнего мира. Внутренняя семантика может быть определена как содержание модели в информационной ситуации. Внутренняя и внешняя семантика отличаются тем, что могут использовать разные средства описания и разные искусственные языки [12]. Объединяющей является естественная формальная семантика. Естественная формальная семантика – это семантика модели внешнего мира, сформулированная на естественном языке. Математическая семантика – это семантика, определения всех объектов, сформулированная на том же математическом языке. Смысл математических конструкций при этом описывается самими конструкциями. Машинная семантика – это семантика, определения всех объектов и действий, происходящие внутри компьютера. Машинная семантика интерпретируется с использованием машинного языка.

Архитектурная компьютерная абстракция – это некий внутренний уровень с формальной семантикой. Она часто представляется ориентированным графом. Следует отметить, что когнитивные карты также представляются ориентированным графом. Таким образом между семантическим описанием и когнитивным моделированием существует прямая связь. Различие состоит в интерпретаторе. Если интерпретатор компьютерный, то задача интерпретации решается в информационном поле понятий. Если интерпретатор включает человека, то задача интерпретации решается в когнитивном пространстве. В этом случае формальной машинной семантике присваивается внешняя семантика с помощью человеческой интерпретации.

В общем случае семантика может быть формальной в рамках любого языка, а не обязательно естественной. Формальная грамматика определяет формальный язык, который является множеством конечной длины. Например, последовательность строк, которые могут быть построены с применением правил продукции в другую последовательность символов, которая изначально содержит только начальный символ.

Согласно иерархии Хомского [13] формальные языки и формальные грамматики делятся на 4 типа по их условной сложности: тип 0 – неограниченные; тип 1 – контекстно-зависимые; тип 2 – контекстно-свободные; тип 3 – регулярные. К третьему типу относятся регулярные (автоматные) – самые простые из формальных грамматик. Они являются контекстно-свободными, но с ограниченными возможностями.

Для описания синтаксиса языков программирования нужны более мощные грамматики, чем регулярные. Обычно для этого используют укорачивающие контекстно-свободные грамматики (УКС-грамматики) [14]. Граматики этого класса, с одной стороны, позволяют достаточно полно описать синтаксическую структуру реальных языков программирования; с другой стороны, для разных подклассов УКС-грамматик существуют достаточно эффективные алгоритмы разбора.

Рассмотрение языков в иерархии Хомского показывает, что автоматизированный способ перевода с одного языка на другой невозможен выше определенного уровня. Следовательно, семантические разрывы возникают всегда при языковых (модельных) переходах и требуют дополнительных действий.

В практической деятельности любое представление задач реального мира требует перевода контекстной знаний эксперта (приложений высокого уровня) в воспроизводимые операции вычислительной машины (низкий уровень) или в модели обработки информации. Многообразие естественного языка позволяет описать задачи, которые невозможно

адекватно описать на формальном языке. Поэтому для уменьшения семантического разрыва применяют различные средства. Одним из таких средств является информационное взаимодействие.

Взаимодействие и информационное взаимодействие. Взаимодействие, как процесс, известно во многих науках. Взаимодействие – объективная и универсальная форма движения и развития, которая определяет существование и структурную организацию материальной или нематериальной системы. Взаимодействие включает процессы воздействия объектов друг на друга, процессы воздействия внешней среды на объекты. Взаимодействие позволяет выделить среди множества объектов – объекты взаимодействия и не взаимодействующие объекты.

Информационное взаимодействие [15] относительно новый вид взаимодействия. Информационное и когнитивное взаимодействие является развивающимся феноменом [16]. Информационное взаимодействие имеет разновидности. Рассмотрим прямое взаимодействие (Trusted Path). Это такое информационное взаимодействие, при котором передаваемая информация не подвергается перехвату или искажению. Взаимодействие отражает отношение и связь между объектами взаимодействия. Среди взаимодействующих объектов в информационном поле можно выделить исходные и порожденные и относительно независимые взаимодействующие объекты. В аспекте семантики можно говорить об исходном и порожденном объекте. Для таких объектов информационное взаимодействие может приводить к следующим явлениям:

- изменению состояния одного или нескольких взаимодействующих объектов;
- изменению или появлению свойств у объектов взаимодействия;
- изменению качественных и количественных характеристик объектов взаимодействия;
- изменению отношений между объектами;
- изменению уровня информированности объектов взаимодействия;
- появление или уменьшение степени обусловленности между объектами.

Информационное взаимодействие (Information interaction) в широком смысле – процесс взаимодействия информационных и неинформационных объектов друг на друга через информационную среду, информационные модели и информационные технологии. Одной из особенностей информационного взаимодействия является возможность информационного копирования. Это означает, что при информационном взаимодействии возможна передача части свойств и признаков одного (передающего информацию) объекта в другой (принимающий информацию) путём их копирования или путём полного перемещения. При этом информационные свойства передающего объекта не изменяются.

Информационное взаимодействие, в отличие от других видов взаимодействия, может нарушать закон Хиральной чистоты (Л. Пастер, 1860) и допускает полное клонирование объекта. Клонирование означает полное соответствие между оригиналом и копией. Оно возможно в информационном поле и нарушает Хиральную чистоту.

Информационное взаимодействие как инструмент преодоления семантического разрыва – процесс взаимодействия субъектов и объектов, основным содержанием которого является достижение необходимой цели семантического соответствия между исходным и порожденным объектами на основе использования информационных ресурсов (объемов, потенциалов, структур, качественных и количественных признаков [17]).

Процесс информационного взаимодействия в семантическом поле. Для преодоления семантического разрыва необходимо не любое информационное взаимодействие, а только семантическое информационное взаимодействие. Это дает основание анализировать информационное взаимодействие в семантическом поле. Семантическое поле является разновидностью информационного поля [18, 19]. Основная часть процессов информационного взаимодействия связана с двухсторонним или

односторонним обменом информации [20].

По существу информационное взаимодействие структурно повторяет процесс управления с обратной связью. При формализации описания один объект является исходным (эталон) второй порожденным (копией). Это определяет качественное неравенство между ними. Исходный объект имеет большую полноту описания. При таком взаимодействии участвует субъект, поэтому в информационном поле необходимо рассматривать триаду «эталон – субъект – копия». При информационном взаимодействии субъект принимает информацию о текущем описании порожденного объекта. Если текущее описание не адекватно эталону, то формируется новое формальное описание в рамках того языка, на котором оно выполнено. Этот цикл повторяется, пока не будут исчерпаны возможности языка формального описания порожденного объекта. Процесс информационного взаимодействия приведен на рисунке 1.

Исходный объект O_1 служит основой описания объекта O_2 . Субъект использует O_1 как эталон и с помощью формального языка ФЯ формирует объект O_2 . При отсутствии информационного взаимодействия процесс формирования заканчивается. При наличии информационного взаимодействия в информационном поле осуществляется сравнение информационных потоков I_1 и I_2 .

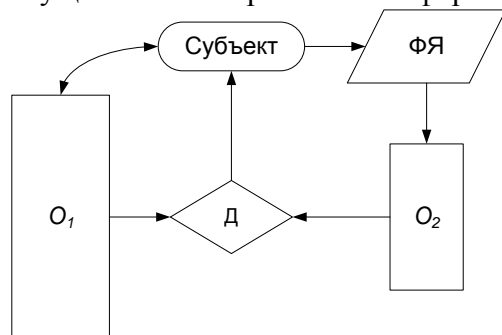


Рисунок 1 – Процесс информационного взаимодействия

возможностей формального языка и описания объекта O_2 .

В этом процессе информационное взаимодействие направлено на изменение информационных ресурсов порожденного объекта с целью их уменьшения семантического разрыва. Поэтому процессы информационного взаимодействия можно рассматривать как процессы семантического развития порожденного объекта. Они протекают в информационном поле «субъект – объекты».

Если выделить информационное взаимодействие только в информационной области, то можно выделить дополнительную специфику этих процессов. В информационной области осуществляют ситуационное моделирование, при котором оперируют с информационными объектами, информационными ситуациями, информационными позициями [21]. В процессе информационного взаимодействия (как развития) происходят следующие изменения информационных объектов:

- увеличение сложности порожденных объектов (возрастание коэффициента эмергентности);
- модификация структуры порожденных объектов;
- повышение адаптивности порожденных объектов к внешней среде;
- интеграция информационных объектов;
- количественное изменение характеристик порожденных объектов.

Важной характеристикой такого информационного взаимодействия является инкрементальность [22] и ресурсность [23].

Инкрементальность взаимодействия выражается в том, что развитие предшествующей стадии включается в последующую стадию с наполнением целевой функции или накоплением ресурса. Ресурсность взаимодействия [23] выражается в том, что субъект или объект в процессе взаимодействия накапливают опыт. Этот опыт

Эти потоки содержат описание объектов на естественном языке и на формальном. В дискриминаторе D осуществляется сравнение описаний и результат сравнения направляется субъекту. Субъект осуществляет формальный и главное семантический анализ. Семантический анализ служит для выявления семантического разрыва и формирования дополнительных описаний для его преодоления или уменьшения. Такой процесс повторяется, пока не будет достигнут баланс

представляет собой неявное знание [24], которое при помощи когнитивной трансформации применяется как когнитивный информационный ресурс [25] при формировании следующих проектируемых объектов.

Информационное взаимодействие субъекта и объектов является когнитивным [16] и состоит из ряда этапов. При анализе семантического разрыва следует учесть, что он возможен в разных вариантах: в процессах, в информационных ситуациях, в объектах, в свойствах объектов, в явлениях и т.п. В качестве обобщенного понятия всех вариантов удобно говорить об информационной конструкции [26] как обобщенной модели и обобщенном понятии. Применительно к преодолению семантических разрывов технология имеет вид:

- 1) выявление семантического разрыва в объекте, ситуации или процессе (информационной конструкции);
- 2) определение способа уменьшения разрыва;
- 3) проектирование последовательности действий;
- 4) реализация последовательности действий;
- 5) восприятие нового состояния информационной конструкции;
- 6) интерпретация нового состояния информационной конструкции;
- 7) оценка результата преодоления семантического разрыва.

Этап оценки результата информационного взаимодействия включает оценки, на которых субъект пытается понять: достиг он своей цели полностью или частично? Насколько валидны полученные результаты?

Если цель не достигнута, происходит возвращение первому этапу. Это определяет адаптивность [27] и инкрементальность [22] такого информационного взаимодействия. Таким образом, семантическое когнитивное взаимодействие в сложной совокупности информационных конструкций может быть описано следующей последовательностью:

РАЗРЫВ → ПОЧЕМУ → КАК УСТРАНИТЬ? → ДЕЛАТЬ → ОЦЕНКА.

Эту последовательность действий необходимо использовать как технологическую парадигму при когнитивном взаимодействии для уменьшения или устранения семантического разрыва.

Одним из примеров типичных семантических разрывов являются результаты дистанционных исследований Земли из космоса [28, 29]. При дешифрировании изображений возникает неоднозначность, обусловленная одновременным наложением ряда факторов. Отсутствие объективных критериев селекции создает семантический разрыв в интерпретации таких сложных конгломератов. В этом случае только когнитивный анализ с привлечением опытных экспертов дешифровщиков и опытных экспертов по наземным объектам позволяет получить удовлетворительные результаты.

Космические исследования Земли – это область, в которой семантические разрывы не случайность, а закономерность. Поэтому приходится обрабатывать большие объемы информации [30] для достижения однозначной интерпретации [4] и обеспечения чистоты информационного поля [31].

Выводы. Семантические разрывы являются объективно существующим явлением, связанным с использованием языковых средств разных уровней и ситуациями неадекватного описания моделей по отношению к свойствам реального мира. Следовательно, эта проблема будет существовать и будет проявляться в новых формах. Информационное семантическое и когнитивное взаимодействие является одним из методов уменьшения семантических разрывов. Оно осуществляется либо в информационном поле, либо в информационно-когнитивном поле. Преимущество информационного взаимодействия в допустимости клонирования информационных объектов и возможности нарушения закона Хиральной чистоты. Это обеспечивает наибольшее соответствие между порождающим и порожденным объектом в семантическом поле.

Литература

1. Ожерельева Т.А. Сложность информационных ресурсов // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 4. С. 80–85.
2. Бондур В.Г., Калери А.Ю., Лазарев А.И. Наблюдения Земли из космоса. Орбитальная станция «Мир». 1992. Март–авг. СПб.: Гидрометеоздат, 1997. 92 с.
3. Павлов А.И. Большие данные в фотограмметрии и геодезии // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 4 (12). С. 96–100.
4. Чехарин Е.Е. Интерпретация космической информации при исследовании Земли // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 2 (10). С. 137–143.
5. Лазарев А.И., Бондур В.Г., Контев Ю.И., Савин А.И., Севастьянов В.И. Космос открывает тайны Земли. СПб.: Гидрометеоздат, 1993. 240 с.
6. Цветков В.Я. Ситуационное моделирование в геоинформатике // Информационные технологии. 2014. № 6. С. 64–69.
7. Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Соловьёв И.В., Цветков В.Я. Основы управления сложной организационно-технической системой. Информационный аспект. М.: МаксПресс, 2010. 228 с.
8. Нариньяни А.С. Недоопределенные модели и операции с недоопределенными значениями. Препринт ВЦ СО АН СССР. 1982. № 400.
9. Цветков В.Я. Информационная неопределенность и определенность в науках об информации // Информационные технологии. 2015. № 1. С. 3–7.
10. Tsvetkov V.Ya. Information Interaction as a Mechanism of Semantic Gap Elimination // European Researcher. 2013. Vol. (45). № 4-1. P. 782–786.
11. Dorai C, Venkatesh S. Bridging the Semantic Gap with Computational Media Aesthetics.
12. Цветков В.Я. Язык информатики // Успехи современного естествознания. 2014. № 7. С. 129–133.
13. Н. Хомский, Дж. Миллер. Введение в формальный анализ естественных языков // Кибернетический сборник / под ред. А.А. Ляпунова и О.Б. Лупанова. М.: Мир, 1965.
14. Кулагин В.П. Алгебра сетевых моделей для описания параллельных вычислительных систем // Автоматизация и современные технологии. 1993. № 2. С. 25–30.
15. Tsvetkov V.Ya. Information interaction // European Researcher. 2013. Vol. (62). № 11-1. P. 2573–2577.
16. Соловьёв И.В., Мордвинов В.А., Жигалов О.С. Информационное и когнитивное взаимодействие. М.: МаксПресс, 2015. 72 с.
17. Цветков В.Я. Информационное описание картины мира // Перспективы науки и образования. 2014. № 5. С. 9–13.
18. Бондур В.Г. Информационные поля в космических исследованиях // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 2(10). С. 107–113.
19. Майоров А.А. Информационные объекты в информационном поле // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 1(9). С. 66–73.
20. Бахарева Н.А. Информационное взаимодействие в автоматизированных системах мониторинга и кадастра // Славянский форум. 2012. № 1(1). С. 58–62.
21. Цветков В.Я. Ситуационное моделирование в геоинформатике // Информационные технологии. 2014. № 6. С. 64–69.
22. Цветков В.Я., Железняков В.А. Инкрементальный метод проектирования электронных карт // Инженерные изыскания. 2011. № 1. янв. С. 66–68.
23. Ожерельева Т.А. Ресурсные информационные модели // Перспективы науки и образования. 2015. № 1. С. 39–44.
24. Сигов А.С., Цветков В.Я. Неявное знание: оппозиционный логический анализ и типологизация // Вестник Российской Академии Наук. 2015. Т. 85. № 9. С. 800–804. DOI: 10.7868/S0869587315080319.
25. Номоконова О.Ю. Опыт врача как когнитивный информационный ресурс // Славянский форум. 2015. № 3(9) С. 200–209.
26. Tsvetkov V.Ya. Information Constructions // European Journal of Technology and Design. 2014. Vol. (5). № 3. P. 147–152.

27. Карпов Л.Е., Юдин В.Н. Адаптивное управление по прецедентам, основанное на классификации состояний управляемых объектов // Труды Института системного программирования РАН. 2007. Т. 13. № 2.

28. Keeler R.N., Bondur V.G., Vithanage D. Sea truth measurements for remote sensing of littoral water // Sea Technology. 2004. Т. 45. № 4. С. 53–58.

29. Бондур В.Г., Крапивин В.Ф. Космический мониторинг тропических циклонов. М., 2014.

30. Бондур В.Г. Современные подходы к обработке больших потоков гиперспектральной и многоспектральной аэрокосмической информации // Исследование Земли и космоса. 2014. № 1. С. 4–16.

31. Бондур В.Г. Информационные поля в космических исследованиях // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 2 (10). С. 107–113.

Cognitive modeling as method elimination semantic gap

Evgeniy Evgen'evich Chekharin, Aspirant, Research Institute of Aerospace Monitoring «Aerocosmos»

This article describes the cognitive modeling as a tool of knowledge. This article describes the cognitive modeling as a tool for solving complex problems. This article describes the semantic gap as an information situation in information modeling. The article shows the negative effects of the semantic gap. This article describes the cognitive modeling, used for eliminating the semantic gap. The article reveals the contents of the semantic descriptions and semantic modeling. This article describes the information interaction in the semantic field.

Keywords: modeling, information modeling, cognitive modeling, semantic modeling, semantic gap, analysis, information construction, information field, semantic field

УДК 001.6:001.51

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ В ДИСТАНЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ЗЕМЛИ

Виктор Петрович Савиных, д-р техн. наук, проф., Президент Московского государственного университета геодезии и картографии, Член-корреспондент РАН,

Летчик-космонавт, Дважды Герой Советского союза,

Лауреат государственной премии, Лауреат премии Президента РФ,

Дважды Лауреат премии Правительства РФ,

«Заслуженный деятель высшей школы», «Почетный работник науки и техники», «Заслуженный геодезист»,

Академик Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского (РАКЦ), Инженерной Академии, Международной Академии астронавтики,

Академик Международной академии наук Евразии,

Московский государственный университет геодезии и картографии,

<http://www.miigaik.ru>

Статья описывает модели, применяемые при дистанционных исследованиях. Статья показывает системность окружающего мира. Статья раскрывает значение информационных полей в космических исследованиях. Статья дает систематику моделей применяемых в космических исследованиях. Статья описывает требования к моделям, применяемым при дистанционных исследованиях. Статья раскрывает содержание важных свойств моделей таких как: интерпретируемость, структурность, отражение, следование. Статья раскрывает технологию стратификации модели. Статья описывает визуальное моделирование как обязательный компонент при космических и дистанционных исследованиях.

Ключевые слова: космические исследования, дистанционные исследования, прикладная геоинформатика, моделирование, модели, пространственные модели, стратификация, визуализация информации