

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ И ФОРМАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ СИСТЕМ

А.С. Гейда

Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр РАН
Россия, 198188, Санкт-Петербург, 14 Линия, 39
E-mail: geida@iias.spb.su

Ключевые слова: Информационные технологии, использование, эффективность.

Аннотация: В докладе рассматривается комплекс вербальных и формальных моделей и постановок задач исследования использования информационных технологий при реализации деятельности в организационно-технических системах. Обоснована актуальность формализации такого вида задач для социально-экономического развития, сделаны выводы о направлениях исследований по проблеме теоретического исследования использования информационных технологий. Описан комплекс теоретических средств, которые возможно использовать для решения классифицированных задач. Этот комплекс должен позволить решить проблему теоретического исследования использования информационных технологий на основе применения математических моделей и методов. Показано, что решения указанной проблемы необходимо разработать модели, описывающие реакции функционирования на изменения среды за счет использования цифровых технологий. В результате эти модели должны позволить оценить меры соответствия прогнозируемых результатов изменяемого функционирования требуемым результатам со стороны изменяющейся среды. Полученные с использованием предложенных моделей меры соответствия результатов требованиям должны позволять строить функциональные зависимости мер соответствия результатов изменяющимся требованиям в зависимости от характеристик используемых информационных технологий. Такие меры описывают качество устойчивого функционирования в изменяющихся условиях и их возможно использовать для решения широкого класса задач исследования использования информационных технологий. Предложены концепты использования информации, позволяющие упростить построение требуемых моделей.

1. Введение

Задачи использования информации при реализации деятельности отличаются значительной общностью, которая проявляется в том, что эти задачи обобщают задачи выбора (и оптимизации), задачи кибернетики и неокибернетики, экономики, задачи теории деятельности и теории организации, задачи устойчивого развития. Так, например, выбор может рассматриваться, как одно из использований информации для снижения числа возможных альтернатив. Кибернетика и неокибернетика, понимаемые, как науки об управлении в широком смысле, должны включать описание отражаемого и отраженного, информационное управление.

Закономерности экономики, как это принято, например, в австрийской школе экономики, могут изучаться, как закономерности деятельности [5; 6], одними из важнейших среди которых являются закономерности отражения, получения, обработки и применения информации в деятельности. Наконец, задачи устойчивого развития,

казалось бы, серьезно отличающиеся от других упомянутых задач, связаны с рефлексией человека по отношению к взаимодействию с биологическими системами и являются фундаментально информационными [1].

В целом, задачи исследования использования информации в системах разных видов носят фундаментальный философский характер, связанный с пониманием связей деятельности, информации и структуры реальности [4] в их движении и в реализации причинно-следственных зависимостей.

Для пояснения указанных связей предложено понятие комплексного состояния, включающего традиционную составляющую и информационную составляющую более высоких уровней отражения. Состояние (исследуемых объектов) называют комплексным, если оно содержит части, представляющие собой данные, информацию или(и) модели, описывающие прошлое, настоящее или (и) будущие состояния исследуемых объектов и связи между этими состояниями. Так, в случае если состояния содержат модель будущего и его возможных отношений с настоящим, такое комплексное состояние может изучаться, как комплексное состояние опережающего отражения [2]. Система опережающего (предвосхищающего) отражения определена Р. Розеном [1] (*anticipatory systems*), как естественная система, которая включает внутреннюю предсказательную модель себя и своей среды, которые позволяют ей изменять состояние в настоящем в соответствии с предсказанными моделью будущими состояниями. Соответственно, системы опережающего отражения могут описываться, как системы с комплексными состояниями вида опережающего отражения. Системы, описываемые с использованием комплексных состояний в целом, могут быть названы системами с информационной составляющей функционирования.

В системах с информационной составляющей функционирования данные, информация, знания могут использоваться для того, чтобы осуществить такие (предпочтительные и/или лучшие из возможных) действия в настоящем, которые могут (и /или должны) приводить к предпочтительным (среди других) результатам в будущем.

В таком понимании системы опережающего отражения – системы с информационной составляющей функционирования, но обратное может быть не верно.

Информационная составляющая функционирования, будучи изменена, может приводить к реализации последовательностей причинно-следственных связей, реализация которых ранее характеризовалась другой мерой возможности или даже рассматривались, как невозможные. Эта особенность была исследована рядом ученых. Так, Гризогоно (*Grisogono*) в [3] указал, что среди трех существенных особенностей информации – та, что информация может приводить к последствиям при реализации причинно-следственных связей (две других особенности – информация качественно различается от материи или энергии; и то, что будучи определяемой «различием, имеющим значение», не все различия имеют значение. Именно в этом по мнению автора лежит ключ к объяснению жизни. Таким образом, Гризогоно связывает возникновение смысла (семантики) информации с возникновением эффективных причинно-следственных связей. Далее эта особенность связывается Валкером и Дэвисом с возникновением жизни [3]. При этом причинно-следственные связи могут быть реализованы как между состояниями традиционного вида («материальными»), так и между состояниями (под-состояниями комплексных состояний) информационного вида, а также и между разными видами состояний исследуемых систем. Говоря о таких последовательностях причинно-следственных связей, ведущих к изменениям (комплексных) состояний системы (по отношению к состояниям, реализуемым без изменений информационных состояний), и говорят об использовании информационной структуры реальности или – об использовании информации. Тем самым, использование

информации заключается в изменении состояний систем за счет реализации причинно-следственных связей между информационными и неинформационными («материальными») частями состояний.

2. Использование информации при реализации деятельности

Рассмотрим несколько важнейших аспектов изменений состояний систем при их функционировании, реализуемых с использованием информации. Результаты реализации причинно-следственных связей получают в цепочках состояний и причинно-следственных связей, связывающих состояния разных видов. Изменение состояния в цепочке ведет к возможному изменению последующих состояний в ней.

Изменения носят вероятностный, а не детерминированный характер, цепочки состояний характеризуются мерой возможности своей реализации в зависимости от реализованных предшествующих состояний.

Состояния в цепочках связаны причинно-следственными связями, вызывающими проявления последующих состояний в зависимости от предыдущих.

Состояниями, достижимыми в результате реализации причинно-следственных связей, называют состояния, которые могут быть реализованы при реализации каких-либо информационных состояний (в результате тех или иных информационных действий, реализующих изменения информационных состояний). Тем самым, изменяя информационные состояния возможно получить (в вероятностном смысле) требуемые состояния при функционировании системы, если они достижимы.

Можно говорить, что информационная составляющая функционирования позволяет изменять информационную структуру функционирования реальности [4]. Она, в свою очередь, влияет на возможные последовательности различных состояний при функционировании и как результат, позволяет влиять на возможность получения тех или иных будущих результатов. Выше установлено, что указанные изменения возможно реализовать меняя информационные состояния за счет соответствующих информационных действий. Однако, остались открытыми вопросы, решаемые в рамках задач исследования использования информации (И³):

- Как, за счет каких действий и с использованием каких средств возможно менять информационные состояния, их структуру и характеристики (вопросы реализации информационных действий) как их описать и как использовать;
- Как описать изменения характеристик информационных и неинформационных («материальных») состояний, зависимости изменений характеристик «материальных» состояний от характеристик информационных действий (вопросы зависимостей состояний, включая информационные и цепочек реализуемых состояний разных видов в разных условиях, в системе и в среде);
- Как описать комплекс возможных последовательностей состояний системы и среды при реализации деятельности и закономерности их изменений и изменений мер возможности их реализации в зависимости от реализуемых информационных действий и информационных состояний;
- Как описать характеристики множеств последовательностей состояний системы и среды при реализации деятельности и закономерности их изменений в зависимости от характеристик реализуемых информационных действий и получаемых информационных состояний;
- Как формализовать задачи использования информации в деятельности, например, в виде математических задач поиска характеристик последовательностей информационных и других («материальных») состояний и действий, требуемых для

получения требуемых характеристик результатов (вопросы решения задач использования информации в деятельности).

Указанные вопросы касаются поиска отсутствующей информации, а ответы (отсутствующая информация) ищется путем выполнения действий с информацией на более высоком уровне абстракции. Так, ответ на вопрос о действиях, предпринимаемых для изменений информационных состояний ищут с использованием описаний действий и состояний – на следующих после самих состояний (как описаний реальности) уровнях абстракции. Поэтому, задачи И³ могут быть решены путем повышения уровня абстракции решения образов задач И³ и возврата на меньшие уровни абстракции для применения полученных результатов.

5. Виды задач исследования использования информации

Для повышения уровня абстракции при решении задач И³ следует описать концептуальные и формальные модели вопросов, возникающих при решении задач. Для этого целесообразно создать тот или иной вариант модели предметной области, объектов и субъектов вопросов, отношений, исследуемых при поиске ответов на вопросы, и затем – самих возникающих вопросов.

Опыт деятельности с использованием информации позволяет заключить, что изменение информационных состояний (обоснование характеристик которых составляет содержание первого вопроса) возможно, например, путем использования следующих средств, которые следует описать с помощью концептуальных и формальных моделей для получения ответов на вопросы задач:

- человека или устройств, специально созданных им для своей замены и действующих путем опережающего отражения, т. е. с использованием моделей будущего (зависят от используемой информации);
- целеполагания, смены целей людьми (а цели и функционирование людей, в свою очередь, зависят от используемой ими информации) для последующего достижения;
- информационного управления (путем изменения действий людей, результат зависит от предоставленной им и используемой ими информации);
- технических устройств, результаты функционирования которых зависят от информации и ведут к изменениям результатов функционирования системы. Например – информационных управляющих устройств, для получения требуемых результатов от поданной на устройства информации, или технических устройств, изменяющих функционирование в зависимости от входного сигнала на этих устройствах (например, с реализацией обратной или прямой связи);
- программных объектов, изменяющих информационное состояние требуемым образом;
- алгоритмов и данных для создания моделей, позволяющих предсказывать будущие результаты;
- биологических объектов, изменяющих информационные состояния;
- информации в кибернетических схемах управления (например, с реализацией обратной или прямой связи) с использованием технических устройств, и возможно – устройств другого вида.

За счет изменений характеристик «материальных состояний» в их последовательности и достигается требуемый результат использования информации.

Изменения комплексов информационных и неинформационных («материальных») состояний в их последовательностях происходят с использованием информации, а зависимости изменений характеристик «материальных» состояний от характеристик

информационных действий. Комплексы состояний различных видов также определяются информационной структурой реальности, которая меняется средствами изменения информационных состояний за счет использования человека, технических и программных устройств, и ведет к изменению состояний всех видов при функционировании системы. За счет изменений «материальных состояний» достигается требуемый результат использования информации, который проверяют на соответствие требованиям. В качестве средств описания последовательностей состояний могут выступать теория графов, в том числе в части деревьев, путей, теория комбинаторных структур, частично-упорядоченных множеств, решеток.

Комплексы возможных последовательностей состояний и их изменения целесообразно описывать с использованием вероятностных и возможностей (нечетких, лингвистических) концепций мер различного происхождения, заданных на возможных путях, деревьях и ветвлениях.

6. Заключение

Несмотря на то, что на часть поднятых вопросов ответы имеются, в целом формализация задач исследования использования информационных технологий и методов их решения, классификация этих задач и теоретические средства их решения разработаны еще недостаточно, и при этом, решение таких задач с использованием современных формальных моделей и методов, как и разработка новых формальных моделей и методов, пригодных для решения задач исследования использования информационных технологий – актуальное научное направление. Оно призвано развивать методы и модели прикладной информатики для все более полного использования формальных средств решения задач.

Решение задач исследования использования информации, независимо от вида системы, в которой используется информация (биологическая, социальная, техническая), также следует относить к информационной технологии. Заметим, что такого рода взгляд на решение задач исследования использования информации тесно связан с теорией функционального синтеза. Так, в [7] «основная цель функциональной системы – это достижение полезного приспособительного результата путем синтеза любой доступной внешней информации (аппарат афферентного синтеза), принятия решения, действия и, затем, путем сличения параметров достигнутого результата с помощью обратной афферентации со впервые описанным им аппаратом – акцептором результатов действия». Формализация решаемых задач исследования использования информации должна позволить решить ряд нерешенных задач в смежных отраслях знания – таких, как биология (биологическая информатика), психология (киберпсихология), философия (теория познания), в области машинного обучения.

Список литературы

1. Anticipatory behavior in adaptive learning systems: From psychological theories to artificial cognitive systems. Berlin: Springer, 2009. Vol. 5499. 333 p.
2. Rosen Rt. Anticipatory systems: Philosophical Mathematical and Methodological Foundations. Dalhousie University, Nova Scotia, Canada: Pergamon Press, 1985.
3. From matter to life: Information and causality / Comp. S.I. Walker, et al. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. 494 p.
4. Колин К.К. Философия информации и структура реальности: концепция «четырёх миров» // Знание. Понимание. Умение. 2013. Т. 2. С. 136-147.
5. Мизес Л. Фон. Человеческая деятельность: трактат по экономической теории: Human Action: A Treatise on Economics. М.: Социум, 2019. 878 с.

6. Новиков Д.А. Управление, деятельность, личность, 2020.
7. Шустов Д.И., Федотов И.А., Новиков С.А. Жизненный сценарий в свете теории функциональных систем П.К. Анохина (в поиске точек соприкосновения психологии, психиатрии и психофизиологии) // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2013. Т. 21, № 3. С. 172-176.