

Систематизация объектов и процессов при моделировании жизнедеятельности активной системы

Н.Б. ОСИПЕНКО, А.Н. ОСИПЕНКО, К.А. ОСИПЕНКО

Рассматривается проблема моделирования активных систем (социальных, биологических или технических систем с управлением). Отмечается чрезмерный редуционизм традиционных способов математического описания жизнедеятельности систем, в частности, методов анализа данных. Предлагается универсальная схема систематизации знаний об исследуемой проблеме. Данная схема может послужить основой при создании интеллектуальных средств исследования активных систем.

Ключевые слова: активная система, систематизация, экспертная система, интеллектуальная среда исследования, моделирование биологических и социальных систем.

The problem of modeling of active systems (social, biological or technical systems with management) is considered. The excessive reductionism of traditional ways of the mathematical description of active systems, in particular, methods of the data analysis is noted. The universal scheme of systematization of knowledge of the studied problem is offered. This scheme can serve as the basis for creating intelligent tools for investigation of active systems.

Keywords: active system, systematization, expert system, intellectual environment of research, modeling of biological and social systems.

Введение. Необходимость разработки новых методов и средств моделирования диктуется потребностью ликвидации наметившейся в последние годы диспропорции между высоко-развитым инструментальным обеспечением и фактически не изменившейся за последние два десятилетия методологической базой организации и проведения исследований активной системы (социальной, биологической или технической системы с управлением) в конкретных прикладных сферах. Становится очевидным, что сложившийся стиль исследования путем формирования отдельно для каждой локальной задачи собственной и независимой базы данных или знаний морально себя изживает. Для построения не мозаичной, а целостной картины фрагмента системы в рамках некоторой задачи ее совершенствования пользователь должен обладать такими методами и средствами моделирования, которые бы позволили ему охватить весь процесс исследования, начиная от первичного освоения проблемы, формирования концептуального описания, постановки задачи и кончая разработкой оптимальных мер влияния.

В настоящее время наибольшее практическое распространение (особенно в медицине и экономике) получили экспертные системы (ЭС) консультационно-рекомендательного характера. Несмотря на развитую инструментальную базу, в частности, наличие разнообразных программных оболочек для конструирования конкретных экспертных систем, реальной эффективности от их использования можно достичь только в тех случаях, когда в списке формируемых продукций удастся отразить скрытые идеи поведения или проявления активных объектов. Необходимо, чтобы эксперт не просто определял цепочку «признаки ситуации – вывод», поясняя при этом мотивы своего вывода, но и участвовал в разработке концептуальной схемы ситуации вывода. Автоматизация подобных творческих процессов требует, в свою очередь, наличия гибкого языка концептуального моделирования, доступного и понятного специалисту заданной конкретной области.

Другой проблемой практического моделирования активных систем является создание и применение гибридных экспертных систем [1], обеспечивающих не только вывод по экспертным знаниям, но и подключение возможностей традиционного моделирования (статистического, аналитического, имитационного) для пополнения баз данных и знаний новыми оценками, прогнозами, распознающими функциями и другими эмпирическими или теоретическими закономерностями. Суть проблемы в том, что для обеспечения эффективности работы

гибридной ЭС все ее модели должны быть погружены в единую открытую среду, согласованно управляемую, с одной стороны, специалистом с его практическими запросами, с другой – подсистемами локального моделирования с их внутренними «интересами» самосовершенствования и, с третьей – подсистемой интегрального моделирования с «интересами» балансировки и развития баз данных и знаний. Полноценная гибридная ЭС есть не что иное, как активная человеко-машинная система исследования, обладающая своей идеей, волей к реализации тех или иных процессов и ценностями всех образующих моделирования.

Среди основных причин низкой эффективности традиционных методов моделирования активных систем отметим доминирование таких подходов, в рамках которых невозможно отразить наиболее существенные моменты жизнедеятельности системы. В качестве примера приведем статистические методы анализа данных [2].

Мышление специалиста, хотя и не может одновременно охватить большой статистический материал, обобщает объекты и признаки более глубоко и конкретно, учитывая системно-иерархическую структуру объектов, специфику их функционирования и генезиса. Традиционная же схема описания объекта вектором значений равноправных признаков игнорирует изначальную координацию и субординацию соответствующих свойств. В итоге происходит двойное огрубление данных: сначала с более низких уровней используемые свойства объекта проецируются в декартово пространство текущего или вышестоящего уровня, а затем в рамках этого пространства вектора признаков с помощью метрики или какого-либо статистического критерия проецируются на одномерную действительную или порядковую шкалу. Результатом этого является, с одной стороны, недостаточная точность статистических оценок и, с другой стороны, низкий уровень доверия к таким оценкам со стороны пользователя.

Понятие активной системы и идея ее формализации. Под *системой* в общем плане, следуя Ю.А.Шрейдеру и А.А. Шарову [3], будем понимать целостное образование, природа которого связана с некоторым *источником организации* или организующей общностью, например, у живого существа, транспортного объекта или товара на рынке. Интуитивно люди по поведению целостного образования пытаются уловить, стоит ли за ним источник организации и какова идея организации. Особенность *активной системы* состоит в том, что у нее источник организации является автономной структурной составляющей (называемой обычно *сознанием* или разумом), обеспечивающей управление и координацию всех жизнеобразующих процессов. Путаница в понимании понятия системы создается еще и тем, что системность всегда проявляется двояким образом: на *внутреннем* и *внешнем* уровнях (для смысловой ассоциации эти уровни, согласно [3], можно назвать организменным и надорганизменно-классификационным). На *внутреннем* (организменном) уровне целостное образование воспринимается как нерасчлененное, и в нем путем исследования можно выделить ряд естественных компонент, связанных с различными внутренними представлениями системы (в качестве ассоциации под ними подразумеваются функции жизнедеятельности организма). Все эти компоненты как функциональные подсистемы взаимообуславливают друг друга и образуют пространственно-временное единство. На *внешнем* (надорганизменно-классификационном) уровне целостность системы мыслится как возможность естественного объединения в классы заранее имеющихся автономных объектов (организмов) единой природы. В ассоциативном плане под классом объектов-организмов можно понимать сообщество или клеточную ткань, являющуюся составной частью подсистемы функционирования некоторой внутренней (организменной) метасистемы, причем функционирование внешней подсистемы определенным образом связано с функционированием соответствующих внутренних подсистем объект-организма.

Суть идеи формализации активной системы сводится, во-первых, к расшифровке единой структуры функционирования, лежащей в основе всех жизнеобразующих процессов системы; во-вторых, к выделению базовой сети отношений жизнедеятельности, определяющих как взаимосвязь между внутрисистемными функционированиями, так и взаимодействия между объектами внешней системы; в-третьих, к построению формального общесистемного языка представления фрагмента активной системы, предназначенного для создания интеллектуальной среды ее исследования.

Направления систематизации жизнедеятельности активной системы. Систематизация жизнедеятельности активной системы осуществляется путем поэтапной интерпретации формальной универсальной схемы в виде сети взаимосвязей между субъектами (активными объектами), их деятельностями и функционированиями, а также функциональными блоками и атрибутами.

В отличие от общепринятых структурно-функциональных построений, систематизация ориентирована не только на явные физические связи субъектов, функционирований или признаков, но и на существенные для жизнедеятельности *скрытые факторы*. «Умолчание» неявных связей при традиционном подходе обусловлено, наряду с прочими причинами, несопадением физической и сущностной (логической) структур. Так, один и тот же физический активный объект нередко является носителем нескольких деятельностей и логически распадается на несколько подсубъектов. Это же может относиться и к физически цельной деятельности, функционированию или атрибуту. Учитывая при этом, что конструирование признаков в процессе исследования также направлено на элементы физической, а не логической структуры, результирующая модель, как правило, не позволяет вскрыть истинный механизм проявления активной системы.

Физическая декомпозиция активной системы. В плане выделения физических подсистем и надсистем исследуемой активной системы (объекта) остановимся на иерархической сети взаимосвязей [4], изображенной на рисунке 1.

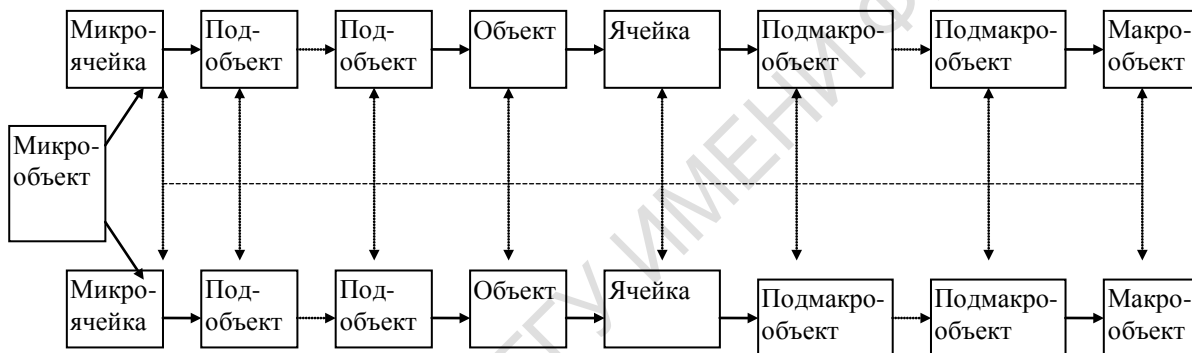


Рисунок 1 – Выделение подсистем активной системы на физическом уровне

В основание этой сети положена деятельность микрообъекта (например, клетки в организме или человека в социуме). Каждый микрообъект может одновременно входить в несколько различных микроячеек – устойчивых парагенетических образований, сформировавшихся по принципу взаимовосполняющего дисбаланса (связка клеток, семья или трудовая бригада). Микроячейка, обладающая в сравнении с микрообъектом более устойчивой организацией, позволяет выходить на более высокий уровень интеграции типа объекта. Исходным материалом для формирования всех составляющих объекта являются массовые пространственно-временные образования из микроячеек (клеточная ткань органа, жилой массив населенного пункта). Далее такие образования будем называть *слоями*. Массовость микроячеек слоя обеспечивает их заменяемость и непрерывность обновления, необходимую для поддержания устойчивой деятельности объекта с более высоким порядком времени жизни. Каждая микроячейка отвечает за одну или несколько функций во внутренней деятельности объекта. Жизнедеятельность микроячейки образуется, с одной стороны, деятельностями ее микрообъектов, а с другой стороны, «подкрашивается» функциональными особенностями. Каждый слой микроячеек, выполняя определенную функциональную операцию, входит в некоторый подобъект, отвечающий за одно или несколько функционирований (орган в организме, микрорайон в населенном пункте, заводской цех). При этом подобъекты могут обладать несколькими уровнями иерархической вложенности, а максимальный подобъект имеет столь сложную структуру и сеть взаимосвязей с другими подобъектами, которые позволяют ему «вести» одну из деятельностей объекта (так, коммуникативную деятельность в организме «ведет»

сердце и подсистема кровообращения, а в промышленной отрасли – банковская и торговая структуры). Поясняя далее иерархическую схему на рисунке 1, отметим, что объекты как целостные образования типа внутренней системы связываются в ячейки, а слои из ячеек обеспечивают функционирование подмакрообъектов, которые в итоге образуют макрообъект.

Логическая декомпозиция жизнедеятельности активной системы. Опишем логический каркас формализации жизнедеятельности системы в виде иерархической сети функционирований ее активных подсистем (ФАПС). Все связи этой сети формируются из приведенных ниже двух схем.

1. *Базовая универсальная схема ФАПС*, обобщающая стандартную кибернетическую схему управляемого «черного ящика» с обратной связью за счет подключения к ней описания структуры сознания ФАПС. Вырабатываемые этим сознанием управляющие воздействия формируются в трех взаимодействующих планах ФАПС (информационном, энергетическом и отражательном), причем каждый из этих планов представляется в плоскостях внутреннего (потенциального) и оперативного сознаний ФАПС: информационный – парой «идея – ориентация на реализацию функционирования», энергетический – «потенциальная сила – реализация процедуры ФАПС», отражательный – «чувство ценности (соответствия эталону) – реальная оценка». Согласно данной базовой схеме осуществляется любое физическое функционирование активного объекта.

2. *Общая схема логической декомпозиции жизнедеятельности АС* на пять взаимоподдерживающих одна другую деятельностей (ориентационная, преобразовательная, отражательная, коммуникативная и балансировочная) [4], в каждой из которых лидируют одноименные ФАПС. Балансировочная деятельность обеспечивает перераспределение ценностей (ресурсных приоритетов) по всей сети ФАПС, а коммуникативная – межфункциональный (в том числе межуровневый) обмен вырабатываемыми ФАПС информацией, энергией и ценностными ощущениями.

Методика систематизации жизнедеятельности активной системы. Опишем данную методику в виде следующей последовательности этапов.

Этап 1. Выделение фрагментов жизнедеятельности, соответствующих пяти видам деятельности с различными лидирующими (или ведущими) функционированиями: ориентационной, преобразовательной, отражательной, коммуникативной и ценностно-балансирующей. Данная операция проводится для подсистем типа микрообъекта и микроячейки, максимального подобъекта, объекта и ячейки, макрообъекта.

Этап 2. Выделение из многообразия фрагментов каждой деятельности опорного физического субъекта (подсистемы), являющейся носителем сознания и инструмента его ведущего функционирования соответствующего метасистемного слоя. Так, основным носителем коммуникативной деятельности человека на уровне микроячейки в большинстве случаев является семья (род). При натуральном ведении хозяйства семья является и основным носителем преобразовательной (производительной) деятельности. Как видим, в случае с внешней жизнедеятельностью человека мы имеем дело с процессами становления, когда вид опорного субъекта деятельности меняется в зависимости от социально-исторических условий.

Этап 3. Расширение выделяемых физических границ субъекта каждой деятельности за счет его «обрастания» фрагментами вспомогательных функционирований со стороны четырех других деятельностей, сопряженных с данной. Так, основная обменно-транспортная функция коммуникативной деятельности кровеносной системы поддерживается производительным кровообразовательным функционированием печени и костного мозга, ценностно-балансирующим функционированием со стороны нервной и эндокринной подсистем, печени и почек, рефлекторным функционированием со стороны периферической и вегетативной нервных подсистем и ориентационным функционированием со стороны выделительной подсистемы. Носителями сознаний всех этих функционирований в основном являются соответствующие фрагменты центральной нервной системы. Как видим, *логический объект деятельности представляет собой парagenетическое образование из фрагмента субъекта опорного функционирования и фрагментов субъектов вспомогательных функционирований.* В

свою очередь, фрагменты основного субъекта данной деятельности «привлекаются» субъектами других деятельностей. В итоге мы имеем *единое образование из пяти взаимодополняющих друг друга логических объектов* и связанных с ними подсистем функционирования.

Этап 4. Идентификация и интерпретация структурных компонент (подсистем, блоков и атрибутов) для всех выделенных подсистем функционирования.

Этап 5. Построение схемы межсубъектных и межфункциональных связей с указанием соответствующих ресурсных переходов (от входного предмета и средств функционирования к результирующему предмету, а от результирующего предмета к средствам следующего функционирования).

Этап 6. Определение взаимокоординации между внутренней и внешней систематизациями на уровне деятельностей и функционирований.

Этап 7. Выделение полной сети пространственно-временных иерархий субъектов (подсубъектов) деятельности и их субъектов функционирования, а также соответствующих периодизаций (тактов, циклов, стадий и этапов функционирования и развития).

Этап 8. Построение диаграмм связи для выделенных выше иерархий и периодизаций с указанием соответствующих ресурсных переходов.

Этап 10. Определение взаимокоординации между внутренней и внешней диаграммами связи.

Таким образом, в результате систематизации общесистемный абстрактно-логический каркас жизнедеятельности транслируется в априорно-логический каркас знаний об исследуемой жизнедеятельности, все определяющие компоненты и связи которого идентифицированы и проинтерпретированы, но конкретные значения атрибутов не заполнены (т.е. в терминологии [1], построена только теория исследуемой системы).

Апробация практической реализации предложенного выше подхода к систематизации при исследовании активной системы описана в работах [5]–[16].

Литература

1. Шрейдер, Ю.А. Системы и модели. / Ю.А. Шрейдер, А.А. Шаров – М. : Радио и связь, 1982. – 152 с.
2. Осипенко, Н.Б. О человеко–машинном моделировании активных систем / Н.Б. Осипенко, А.Н. Осипенко // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2013. – № 6(81). – С. 62–67.
3. Поспелов, Д.А. Искусственный интеллект становится производительной силой / Д.А. Поспелов // Будущее искусственного интеллекта : сб. науч. ст. / АН СССР ; под ред. Д.А. Поспелова, К.Е. Левитина. – М. : Наука, 1991. – С. 89–112.
4. Осипенко, А.Н. Метод и средства автоматизации моделирования активных систем: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / А.Н. Осипенко; ГГУ им. Ф. Скорины. – Гомель, 1997. – 16 с.
5. Осипенко, А. Н. Систематизация пострадавших в результате чернобыльской катастрофы сельскохозяйственных предприятий и выбор направлений их экономического развития / А.Н. Осипенко, П.Н. Стрибук // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 2001. – № 2. – С. 20–26.
6. Стрибук, П. Н. Выявление причинно–следственных связей в компьютерном моделировании социальных и природных систем / П.Н. Стрибук, А.Н. Осипенко, Н.Б. Осипенко // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2002. – № 6(15). – С. 105–109.
7. Большакова, Г.И. Построение модели факторов здоровья сельского населения по данным скринингового обследования / Г.И. Большакова [и др.] // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2006. – № 4(37). – С. 113–115.
8. Борсук, Д.П. Методика построения статистической модели для диагностики осложнений у пациентов с пролапсом митрального клапана при стресс–эхокардиографии / Д.П. Борсук, А.Н. Осипенко, Н.Б. Осипенко // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2007. – № 5 (44). – С. 94–97.
9. Осипенко, Н.Б. Проблема обеспечения корректности корреляционно–регрессионного анализа данных на примере диагностики вегетативной дистонии / Н.Б. Осипенко [и др.] // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2008. – № 5(44). – С. 86–89.

10. Осипенко, Н.Б. Методы множественного регрессионного анализа при прогнозировании процессов миграции радионуклидов из почвы в растение / Н.Б. Осипенко [и др.] // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2008. – № 5(44). – С. 49–55.

11. Осипенко, Н.Б. Вариабельность фенотипа N–ацетилтрансферазы у пациентов с язвенным колитом / Н.Б. Осипенко [и др.] // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2010. – Т. 9, № 1. – С. 42–47.

12. Осипенко, Н.Б. Вариабельность фенотипа N–ацетилтрансферазы у жителей г. Гомеля и Гомельской области / Н.Б. Осипенко [и др.] // Проблемы здоровья и экологии. – 2010. – № 1(23). – С. 73–77.

13. Осипенко, Н.Б. Принципы системного моделирования поставарийных процессов жизнедеятельности социума населенного пункта / Н.Б. Осипенко [и др.] // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2010. – № 5(62). – С. 56–59.

14. Осипенко, Н.Б. Разработка программного инструментария одномерного анализа данных при исследовании медико–экологических систем / Н.Б. Осипенко, М.Н. Васенда, Т.В. Сатьрова // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. – 2011. – № 1(107). – С. 125–131.

15. Осипенко, Н.Б. Пример применения метода корреляционно–регрессионного анализа в производственной проблеме / Н.Б. Осипенко [и др.] // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2011. – № 4 (67). – С. 59–64.

16. Осипенко, Н.Б. Пример «выращивания» регрессионной модели социального явления на базе критерия правдоподобности ее интерпретации / Н.Б. Осипенко, А.Н. Осипенко, К.А. Осипенко // Проблемы физики, математики и техники. – 2013. – № 4(17). – С. 85–88 .

Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 17.04.2014