УДК 378.016:004.89

Применение системного подхода к организации методов и технологий интеллектуальных вычислений в учебную дисциплину

И.Н. Цидыло
Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка (Украина)

Системный подход как метод научного познания рассматривает объекты как системы, что характеризуются системными свойствами: сложность, организованность, целостность.

Цель исследования – возможность применения системного подхода как метода научного познания к организации методов и технологий интеллектуальных вычислений, что представлены теорией нечетких множеств в учебную дисциплину.

Материал и методы. *Использование метода системного анализа реализовано с помощью средств графического интерфейса пользователя GUI пакета Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB для разработки нечетких систем.*

Результаты и их обсуждение. *В статье освещается проблема применения системного подхода как метода научного познания к организации методов и технологий интеллектуальных вычислений в учебную дисциплину. Как система рассмотрена теория нечетких множеств, которая предусматривает знания о предмете и способах его исследования. Показано, что превращения в системе не изменяют ее структуру. Для многомерного построения знаний о предмете учебной дисциплины использован системный анализ, что предусматривает выделение предмета-системы из среды и описание его как целостности, рассекание на части и выявление отношений между ними, исследование структуры системы (системообразующих связей, иерархии уровней строения), а также исследование функционирования системы, ее развития.*

Заключение. *Перспективой будущих исследований видим изучение нейронных сетей и генетических алгоритмов, что также представляют методы и технологии интеллектуальных вычислений.*

Ключевые слова: *системный подход, системные свойства, системный анализ, интеллектуальные вычисления, учебная дисциплина, теория нечетких множеств, нечеткая логика, пакет Fuzzy Logic Toolbox.*

Applications of System Approach to the Organization of Methods and Technologies of Intellectual Computing into an Academic Subject

I.N. Tsidylo
Ternopil National Pedagogical Volodymyr Hnatyuk University (Ukraine)

System approach as the method of scientific cognition considers objects as systems which are characterized by system properties: complexity, organization, wholeness.

The aim of the study is possibility of application of the system approach, as a method of scientific cognition, to the organization of methods and technologies of intellectual computing, which are represented by the theory of fuzzy sets, in the academic discipline.

Material and methods. *Application of the method of system analysis is implemented with the help of the means of graphic interface of GUI user of Fuzzy Logic Toolbox package of MATLAB system for the development of fuzzy systems.*

Findings and their discussion. *The issue of application of the system approach as a method of scientific cognition to the organization of methods and technologies of intellectual computing in the academic discipline is presented in the article. The theory of fuzzy sets, which envisages knowledge of the subject and ways of its study, is considered as a system. It is shown that transformations in the system do not change its structure. For multidimensional construction of knowledge of the subject of the academic discipline system analysis is used, which presupposes extraction of the subject-system from the environment and its description as wholeness, dissection into parts and finding out relations among them, study of the system structure (system building links, hierarchy of structure levels), as well as study of the system functioning, its development.*

Conclusion. *The perspective of further study we see in consideration from the positions of the system approach of the study of neuron networks and genetic algorithms, which is also presented by methods and technologies of intellectual computing.*

Key words: *system approach, system properties, system analysis, intellectual computing, academic subject, theory of fuzzy sets, fuzzy logic, package of Fuzzy Logic Toolbox.*

Последние десятилетия характеризуются бурным развитием компьютерных технологий и связанных с ними вычислительных методов, что тесно сопряжено как с ростом объема доступных данных, так и с увеличением мощностей их обработки – факторов, сильно связанных между собой. Без них развитие данной сферы науки было бы почти невозможным, а ее приложения оказались бы практически бесполезными. Общим свойством интеллектуальных вычислений считается то, что они обрабатывают информацию в ситуациях, которые не допускают алгоритмического представления, причем выполняемая работа связана с символьным представлением знаний. Такие системы владеют способностью обнаруживать закономерности поведения объекта по данным его наблюдения, могут формулировать правила вывода и обобщать знания в ситуациях, когда от них требуется провести прогнозирование или классификацию объекта одной из наблюдаемых ранее категорий.

Поскольку интеллектуальные вычисления считаются новой отраслью науки, которая включает знания о предмете и способах его исследования, то возникает потребность создания учебного предмета, что представлял бы собой модель науки и включал учебный материал, отобранный в зависимости от целей и задач образования.

Системный метод незаменим в познании и конструировании сложных динамических систем, к которым можно отнести изучение методов и технологий интеллектуальных вычислений, что объясняется определенной закономерностью в развитии самой науки. Сущность понятия приведена в словарях: философии науки С.О. Лебедева и др.; из педагогики Г.М. Коджаспировой и др.; из профессионального образования С.М. Вишняковой и др. В свободной энциклопедии «Википедия» рассматривается как направление методологии научного познания, в основе которого лежит рассмотрение объекта как системы, как целостного комплекса взаимоувязанных элементов (И.В. Блауберг, В.Н. Садовский, Э.Г. Юдин и др.); совокупность объектов, которые взаимодействуют Л. фон Берталанфи; совокупность сущностей и отношений (А.Д. Холл, Р.И. Фейджин и др.). Применение системного подхода к изучению математики в высшей профессиональной школе рассматривалось О.А. Малыгиной и др.

Системный подход – направление методологии, в основе которого лежит рассмотрение объектов как систем; ориентирует исследователя на раскрытие целостности объекта, выявление разнообразных типов связей в нем и приведение их в единственную теоретическую картину [1, с. 303]. При исследовании педагогической системы исследователь должен обнаружить компоненты и системообразующие связи педагогического процесса, выявить основные факторы, которые влияют на функционирование этой системы, выявить роль и место в системе других явлений, выучить процессы управления, которые обеспечивают достижение установленных целей, и в результате – создать систему с улучшенным функционированием, внедрить полученные результаты в практику.

Вопрос теоретического анализа и практического применения системного подхода как метода научного познания в научной литературе отражен в достаточной мере. Однако исследований, в которых раскрыто применение системного подхода в процессе построения логики изучения методов и технологий интеллектуальных вычислений, не проводилось.

Цель статьи – возможность применения системного подхода как метода научного познания к организации методов и технологий интеллектуальных вычислений, что представлены теорией нечетких множеств в учебную дисциплину.

Материал и методы. Методологическую основу исследования составили системный подход (И.В. Блауберг, В.Н. Садовский, Э.Г. Юдин и др.); теория нечетких множеств (Л.А. Заде, А.Г. Корченко и др.); практическая реализация нечетких систем средствами MATLAB (Р.Ю. Голунов, М.И. Дли, Н.О. Корчемный, В.В. Круглов, С.Д. Штовба и др.), которые создают целостное представление об организации и самоорганизации процесса обучения.

В основу организации и представления материала положено применение системного подхода к организации методов и технологий интеллектуальных вычислений в учебную дисциплину «Интеллектуальные технологии управления принятия решений». Системный подход как метод научного познания рассматривает объекты как системы, что характеризируются системными свойствами: сложность, организованность, целостность.

Предмет исследования: рассмотрение теории нечетких множеств в логике системного исследования объекта (предмета) изучения как системы; понятие «преобразование» в системе, которое не изменяет ее структуру; системный анализ, что выражает системную ориентацию исследования конкретных объектов, реализацию идей системного подхода в определенной научной области, то есть абстрактная познавательная схема системного подхода, что превращается в способ

изучения конкретного предмета; пакет прикладных программ Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB, которая имеет наиболее наглядную реализацию при использовании средств графического интерфейса пользователя GUI для разработки нечетких систем.

Результаты и их обсуждение. Для решения поставленной задачи необходимо обратиться к основному понятию системы, что неразрывно связано с понятием среды, исходя из того, что исходный признак системы – ее выделенность из «некоторого окружения». Выделив систему из среды, перейдем к анализу системных свойств: сложности, организованности, целостности. Понятие «сложность» выражается количественно качественная определенность системы, ее внутренняя дискретность, сложение из частей (элементов). Формализировать данное понятие достаточно трудно. К характерным чертам сложности можно отнести большое количество элементов в системе, многогранность связей, сложное функционирование, иерархичность структуры и др. Фиксация соотношения частей, их иерархии раскрывается понятием «организованность» системы. Одна и та же часть системы в одном случае может быть рассмотрена как неделимая (элемент), в другом – допускает последующую разбивку, то есть рассматривается как подсистема в пределах исходной системы. Свойства, которые выделяют систему из среды (из метасистемы) и в то же время определяют ее как особенный объект изучения, характеризуют как целостные свойства [2, с. 15].

Элемент – это часть системы, ее структурная единица. Система формируется разнообразием элементов с индивидуальными свойствами. Одним из важных понятий системного подхода есть понятие связи. Говоря о связи, имеют в виду взаимодействие между элементами, взаимодействие системы и среды. Через изучение связей в системе осуществляется изучение ее существования и развитие. Связи системы, которые определяют ее как некоторое качественное образование, называют системообразующими. Разделяют связи, которые установлены в пределах одного уровня строения системы (горизонтальные) и связи между уровнями (вертикальные или межуровневые). Нарушение системообразующих связей приводит к разрушению исходной системы, то есть исходного качества.

Единство элементов и связей системы составляет сущность понятия «структура». Структура – это форма организации системы; она отображает природу системообразующего фактора – сочетание элементов в систему с новым качеством. Структура несет принципы сохранения качественной определенности системы и рассматривается как инвариантный аспект системы. Любая система выступает в многообразии своих видов, которые имеют общий тип структуры, но разные количественные, индивидуальные свойства. При этом собственно характер элементов и связей, которые выступают в единстве, сохраняется. Как отмечено в работе [2, с. 16], иногда удобно использовать синоним «тип структуры», что позволяет выделить особенности той или другой структуры по сравнению с другими.

В качестве примера рассмотрим технологию интеллектуальных вычислений, представленную теорией нечетких множеств, как систему. Для этой системы метасистемой считается множество «функций принадлежности». Напомним, что нечетким множеством $\underset{\sim}{A}$ на универсальном множестве X называют совокупность пар $\underset{\sim}{A} = \langle \mu_A(x), x \rangle$, где $\mu_A : X \to [0,1]$, $\mu_A : X \to [0,1]$ – отображение множества X в единичный отрезок $[0,1]$ – называется функцией принадлежности нечеткого множества $\underset{\sim}{A}$. Значение функции принадлежности $\mu_A(x)$ для элемента $x \in X$ называется степенью принадлежности [3, с. 62]. Подсистемами метасистемы выступают все функции принадлежности: класса синглтон, гаусовская, колоколообразного типа, класса s, класса π, класса γ, класса t, класса L. Структура системы «функция принадлежности» состоит из элементов – определенных в пространстве вещественных чисел, то есть $X \subset R$, а связями, которые образуют систему, выступает значение 0, которое значит, что элемент не включен в нечеткое множество, число 1 описывает полностью включенный элемент. Значения от 0 к 1 характеризуют нечетко включенные элементы. В зависимости от характера элементов и связей выделяются разнообразные подсистемы. Рассматривая многогранность функций принадлежности, можно сказать, что у разных функций принадлежности одинаковый тип структуры, то есть структура системы «функция принадлежности». Однако каждая подсистема имеет и свои особенности, которые порождены особенностями структуры (особенностями элементов и связей). К целостным свойствам системы, за которыми классифицируются функции принадлежности, относятся: нормальность, субнормальность, выпуклость, невыпуклость, унимодальность, полимодальность, толерантность,

дискретность, непрерывность, параметричность, непараметричность [3, с. 103]. Можно отметить, что разнообразные виды функций принадлежности строятся следующими методами: опроса, численным, лингвистических термов, количественного парного сравнения, сравнения с определением квадратного корня, сравнения с нахождением частных, парного сравнения наименьших квадратов, парных сравнений на ранговых оценках, назначения параметров, коррекции параметров, построения экспоненциальной функции, прямого и обратного оценивания, интервальных оценок, уровневых множественных чисел.

Изучение системы в развитии, в динамике связано с понятием «преобразование». Под преобразованием в системе будем понимать преобразование, которое не изменяет ее структуру. Такие преобразования, как правило, создают виды системы с одним и тем же типом структуры, но с разными параметрами, характеристиками, свойствами [2, с. 16]. Например, при применении логических операций над нечеткими множественными числами (включение, равенство, дополнение, пересечение, объединение, разницы) и алгебраических операций (произведение, сумма, декартовое произведение). При этом в каждом из результатов выполнения операций – общий тип структуры, структура системы «функция принадлежности». Аналогично применение нечетких отношений и операций над ними.

Системный подход дает ориентиры исследования объективной реальности, направляет познавательную деятельность человека, задает координаты многомерного построения знаний о предмете каждой науки, но не приводит конкретно научных знаний о предмете изучения. Реализация идей системного подхода в конкретной науке приводит к понятию «системный анализ» – категории, которая выражает системную ориентацию исследования конкретных объектов, реализацию идей системного подхода в определенной научной области. Абстрактная познавательная схема системного подхода превращается в способ изучения конкретного предмета [2, с. 17].

Покажем на примере использования метода системного анализа. Рассмотрим пакет прикладных программ Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB, которая имеет наиболее наглядную реализацию при использовании средств графического интерфейса пользователя GUI для разработки нечетких систем [4]. В качестве исходной системы выбирается процесс построения нечеткой системы, его элементами будут работа в редакторе нечеткой системы вывода Fuzzy Inference System Editor (FIS Editor или FIS-редактор) вместе со вспомогательными программами – редактором функций принадлежности (Membership Function Editor), редактором правил (Rule Editor), просмотрщиком правил (Rule Viewer) и просмотрщиком поверхности отзыва (Surface Viewer). Связь, которая образует систему, – все стадии разработки нечетких систем. В зависимости от поставленной цели исследования можно ограничиться выделением такой структуры системы, а можно рассматривать впоследствии каждый элемент как отдельную подсистему. В этом случае в Fuzzy Inference System Editor Editor – редакторе общих свойств системы нечеткого вывода – выделить возможности устанавливать количество входов и выходов системы, выбирать тип системы (Мамдани или Сугено), метод дефазификации, реализации логических операций, а также вызывать другие GUI-модули, которые работают с системами нечеткого вывода. В Membership Function Editor – редакторе функций принадлежности – выделить возможность выводить на экран графику функций принадлежности входных и выходных переменных, выбирать количество термов для лингвистической оценки входных и исходных переменных, а также задавать тип и параметры функций принадлежности каждого терма. В Rule Editor – редакторе нечеткой базы знаний – задавать и редактировать нечеткие правила в лингвистическом, логическом и индексном форматах, редактировать правила путем выбора необходимого сочетания термов из меню. В Rule Viewer – браузере нечеткого вывода – визуализацию выполнения нечеткого вывода по каждому правилу, получение результирующего нечеткого множественного числа и его дефазификацию. В Surface Viewer – браузере поверхности «входы-выход» нечеткой системы – выделить возможность выведения графиков зависимости исходной переменной от любых входных переменных. Изучение структуры продолжается дальше. При решении задачи исследования переходного процесса в кругу связей, которые образуют систему первого уровня (горизонтальная), представленную заданием количества входных и исходных термов и выбором типа функции принадлежности (треугольной (trimf), гаусовской (gaussmf), сигмоидной (sigmf) и др.). На втором уровне – формированием базы правил и пересмотра поверхности отзыва системы. Если нужно изменять характеристики нечеткой системы, тогда используются связи следующего уровня (изменения количества термов, функций принадлежности и базы правил или учение системы с помощью функции anfis для системы Сугено и функции fmincon для системы Мамдани). В качестве математического

описания (модели) процесса функционирования нечеткой системы выступает построение нечеткого контролера в среде Simulink для воссоздания заданной зависимости [4].

Следовательно, системный подход как методология исследования и системный анализ реализации данной методологии в конкретной области составляют аппарат процесса познания мира [2, с. 17].

Заключение. Применение системного подхода к организации методов и технологий интеллектуальных вычислений в учебный предмет является не столько методом решения задачи, сколько методом постановки задачи, что подчеркнуто в «Новой философской энциклопедии» [5, с. 673]: «Центральное место занимает методологическая и логическая работа по организации дисциплинарного знания, его актуализации превращению в набор инструментов для проведения нового исследования. Когда эта работа завершается успешно проведенным исследованием, начинается следующий этап научной деятельности, на котором полученные ответы “реальности” должны быть приведены в связь с существующим дисциплинарным знанием. Это требует тех или иных изменений, а иногда и довольно существенной структурной перестройки. В любом случае ее организация подвергается специальному исследованию». Использование в качестве познавательных средств метода системного анализа математического моделирования и метода синтеза, опирающихся на знание системной организации объекта, позволяет построить дисциплину «Интеллектуальные технологии управление принятия решений» в логике системного исследования объекта (предмета) изучения.

Перспективой последующих исследований видим изучение нейронных сетей и генетических алгоритмов, что также представляют методы и технологии интеллектуальных вычислений.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Вишнякова, С.М. Профессиональное образование: Словарь. Ключевые понятия, термины, актуальная лексика / С.М. Вишнякова. – М.: НМЦ СПО, 1999. – 538 с.
2. Малыгина, О.А. Обучение высшей математике на основе системно-деятельностного подхода: учеб. пособие / О.А. Малыгина. – 2-е изд. – М.: Издательство ЛКИ, 2012. – 256 с.
3. Корченко, А.Г. Построение систем защиты информации на нечетких множествах. Теория и практические решения / А.Г. Корченко. – К.: «Мк-пресс», 2006. – 320 с.
4. Дьяконов, В.П. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики. Серия «Библиотека профессионала / В.П. Дьяконов, В.В. Круглов. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 456 с.
5. Новая философская энциклопедия: в 4 т. / Ин-т философии РАН, Нац. общ.-науч. фонд; науч.-ред. совет: В.С. Степин, заместители предс.: А.А. Гусейнов, Г.Ю. Семигин, уч. секр. А.П. Огурцов. – М.: Мысль, 2010. – 774 с.

R E F E R E N C E S

1. Vishniakova S.M. Professionalnoye obrazovaniye: Slovar. Klucheviye ponyatiya, tyermini, actualnaya leksika [Professional Education: Dictionary. Key notions, terms, topical vocabulary], M.: NMC SPO, 1999, 538 p.
2. Maligina O.A. Obucheniye visshei matematike na osnove sistemno-deyatelnostnogo podkhoda: Uchebnoye posobiye [Teaching Higher Mathematics on the Basis of System and Activity Approach: Textbook 2nd Edition], M.: LKI Publishing House, 2012, 256 p.
3. Korchenko A.G. Postroyeniye sistem zashchiti informatsii na nechetkikh mnozhestvakh. Teoriya i prakticheskiye resheniya [Building Up Systems of Information Protection on Indistinct multitudes. Theory and Practical Decisions], K: «Mk:Press», 2006, 320 p.
4. Dyakonov V.P., Kruglov V.V. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Instrumenti iskusstvennogo intellecta i bioinformatiki. [MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Instruments of Artificial Intellect and Biocomputing.], M.: SOLON-RESS, 2006, 456 p.
5. Novaya filosofskaya entsiklopediya: v 4 tomakh, In-t filosofii RAN [New Philosophical Encyclopedia: in 4 Volumes], M: Misl, 2010, 774 p.

Поступила в редакцию 28.11.2013. Принята в печать 19.02.2014

Адрес для корреспонденции: e-mail: tsidylo@mail.ru – Цидыло И.Н.