

А. В. ГУЛАЙ, В. М. ЗАЙЦЕВ, В. А. ГУЛАЙ

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕНСОРНЫХ ОБРАЗОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ VITA-СРЕДЫ

Белорусский национальный технический университет

В работе представлен обобщенный подход к процедурам контроля и анализа свойств vita-среды при использовании «субъективной сенсорной системы». Состояние vita-среды определяется на основе применения источников экспертных оценок, отображающих на естественном языке ее свойства путем агрегирования количественных и качественных признаков. При этом формируется совокупность информационных сенсорных образов vita-среды, представляющих собой определенную информационную целостность и характеризующих vita-среду как специфическую целостность.

Показано, что создание информационных образов выполняется по известным принципам формализованного субъективного описания сложных систем. В связи с этим рассмотрена технология формализованного представления информационных потоков и сенсорных образов в процессе моделирования vita-среды с использованием категориальных переменных. Показана возможность структурирования vita-среды практически любого уровня сложности с помощью следующих компонентов: потребность; замысел; ресурсы; итоги; конструкция.

Проанализирована задача организации структур данных для формирования интеллектуальной vita-среды и представлена характеристика внешнего, системного и физического уровней организации данных в базе интеллектуальной модели. Особенность данных заключается в том, что в модели vita-среды они соотносятся с определенными материальными объектами реального мира, с физическими или информационными процессами. Это обеспечивает наполнение данных смыслообразующим содержанием, имеющим определяющее значение для набора функциональных задач, решаемых в объеме интеллектуальной модели.

Ключевые слова: интеллектуальная vita-среда; «субъективная сенсорная система»; информационный сенсорный образ; реляционное представление данных.

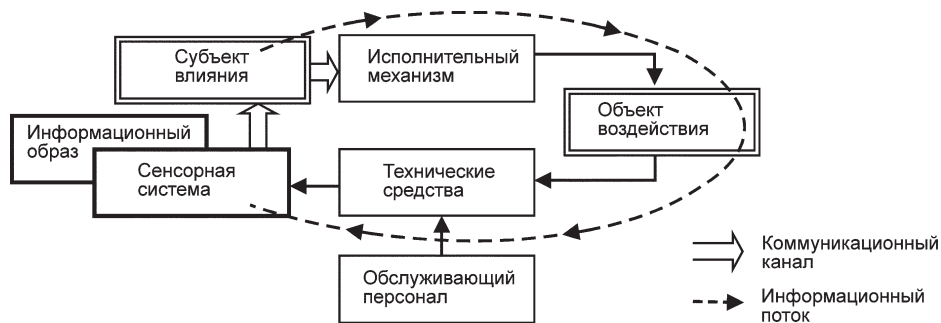
Введение

В технологиях моделирования все объекты, входящие в сферу интересов человека, рассматриваются в той или иной степени зависимыми от субъективного компонента. Поэтому среди множества сегментов научного знания о взаимовлиянии человека и иных объектов живой и неживой природы важное место занимает теория активных систем. Она ориентирована в основном на решение проблем управления социальными и экономическими системами, поведение которых слабо предсказуемо в силу наличия активного элемента – человека. В контексте решения данных проблем актуальна разработка методологических и технологических основ моделирования указанных слабоформализованных систем.

Состояние активной системы определяется на основе сенсорного контроля ее количественных и качественных признаков. Сенсор-

ный контроль системных свойств может носить разноплановый характер: от уровня отдельного элемента (концепта) до уровня системы в целом. Причем с повышением сложности системы в значительной степени возрастает проблема ее адекватного сенсорного описания. С учетом этого вызывает значительный научный интерес проблема анализа особенностей сенсорного контроля состояния активной системы. Данный вопрос значительно усложняется в случае формализованного описания системы при интеллектуализации процесса ее функционирования.

В настоящей работе приведен обобщенный подход к рассмотрению состояния такой активной системы как vita-среда, которая представлена в виде интеллектуальной модели с субъективно-сенсорными параметрами. Набор параметров в виде информационных сенсорных образов формируется при анализе

Рис. 1. Структурно-функциональная схема информационной модели *vita*-среды

свойств *vita*-среды с использованием оценок экспертов, составляющих «субъективную сенсорную систему». Рассмотрена технология формализованного представления информационных потоков в процессе моделирования *vita*-среды и отражена процедура построения структур данных для формирования сенсорных образов.

Vita-среда как система с субъективно-сенсорными параметрами

В теории активных систем для обозначения целенаправленно функционирующей совокупности людей и используемых ими знаний и технологий введено понятие ***vita*-системы** (от лат. *vita* – жизнь) [1]. Указанный термин применим при исследовании фактически любого вида человеческой деятельности, в том числе социальных и экономических систем. Универсальность содержания данного понятия характеризуется следующими общими признаками *vita*-систем: наличием разумного начала, свойственного человеческой деятельности; наращиванием функциональных возможностей выше уровня способностей человека; стремлением к самоорганизации, приводящим к синергичности их построения. Теория активных систем сформировалась на основе классической теории автоматического управления, что определяет структуру и функции *vita*-систем (рис. 1).

Одним из базовых элементов *vita*-системы признается субъект влияния (индивидуум, группа, коллектив), которому отводится роль инициатора в ее создании и применении. В качестве объектов воздействия *vita*-системы выступают структуры живой и неживой природы: отдельные индивидуумы, сообщества людей, технологические комплексы, природные образования, другие *vita*-системы. Для нала-

живания взаимосвязей между базовыми компонентами *vita*-системы создается подсистема восприятия параметров, характеризующих состояние объекта воздействия (сенсорная подсистема), а также подсистема воздействующих механизмов. Для передачи информации о состоянии указанного объекта и о воздействии на него в соответствии с принятыми решениями формируются коммуникационные подсистемы. Существенная особенность *vita*-системы заключается в наличии технических средств для получения сведений о ее свойствах (мобильная связь и сеть интернет, фотоаппаратура и видеосистемы, радио и телевидение). Наиболее информационно насыщенными являются пространственно-распределенные *vita*-системы (например, отрасли экономики – в частности, системы транспорта, вещания, связи), к определению которых вполне применим термин «*vita*-среда» [2].

Определение. Информационная *vita*-среда – это модель с субъективно-сенсорными параметрами, отображающая функционирование совокупности людей и используемых ими знаний и технологий как распределенной активной системы с целенаправленными информационными процессами. Путем разработки алгоритмов принятия решений и оснащения субъекта влияния компьютерными (автоматическими, интеллектуальными) устройствами формируется интеллектуальная *vita*-среда [3].

Определение. Интеллектуальная *vita*-среда – это модель *vita*-системы в виде человеко-машинного комплекса, синтез, исследование и использование которого для управления социальными и экономическими процессами выполняется на основе интеллектуальных технологий. В качестве примера реализации интеллектуальной *vita*-среды можно назвать введение

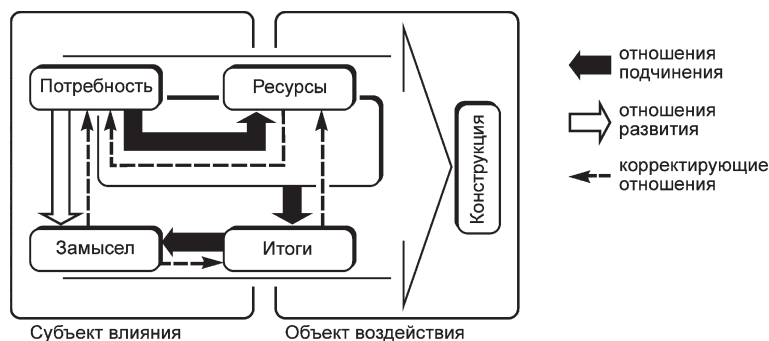


Рис. 2. Формирование информационных потоков в объеме *vita*-среды

долговременных программ ликвидации последствий масштабных катастроф при использовании экспертных систем поддержки принятия решений.

В процессе функционирования интеллектуальной *vita*-системы высшая творческая функция субъекта влияния проявляется в формировании информационного образа объекта воздействия за счет наличия сенсорных средств [4]. Разумное начало в данном случае представит как возможность мысленного отображения внешнего мира на основе комплементарности логического и интуитивного механизмов. За человеческим разумом остается также определение функционального содержания действия *vita*-системы в условиях подготовки и выполнения заданных правил и принятых решений. Субъективная составляющая в функционировании *vita*-среды усиливается из-за влияния на технические средства управляющего персонала, опосредованно участвующего в формировании сенсорного образа.

При описании *vita*-среды используется обобщенная информация, содержащая оценки, формируемые в результате взаимодействия экспертов с *vita*-средой. Можно сказать, что в данном случае формируется «**субъективная сенсорная система**», позволяющая агрегировать информацию, но при этом вносящая в нее элементы субъективного восприятия, свойственные людям. Схематическое описание интеллектуальной *vita*-среды в данном случае будем рассматривать как процесс, состоящий из следующих этапов: выделение сенсорной системой определенных свойств *vita*-среды; построение шкал, позволяющих проводить сравнение этих свойств; формирование соответствующих оценок по выбранным шкалам. Опираясь на приведенную характеристику процесса сенсорного контроля можно дать определение сен-

сорной системы, с помощью которой осуществляется контроль.

Определение. «Субъективная сенсорная система» представляет собой совокупность явных и неявных источников экспертных оценок, отображающих на естественном языке свойства *vita*-среды путем агрегирования ее количественных и качественных признаков. Наличие субъективного фактора накладывает особые требования на интерпретацию и использование информации, полученной с помощью «субъективных сенсоров» [3]. Из нее необходимо извлечь те существенные компоненты, которые являются отражением объективных закономерностей, свойственных контролируемой системе, и субъективные моменты, привнесенные «субъективным сенсором».

Создание информационных потоков и сенсорных образов *vita*-среды

Адекватность между формальными системами и материальными системами мира, в том числе *vita*-средой, состоит в наличии структуры – совокупности элементов с определенными функциями и связей между ними. *Vita*-среду практически любого уровня сложности можно структурировать, например, с помощью следующих пяти компонентов: потребность; замысел; ресурсы; конструкция; итоги [1]. Между данными категориями устанавливаются определенного вида взаимодействия: отношения развития/ответной реакции, а также отношения подчинения/сопротивления. В контексте нашего исследования наибольший интерес вызывает процесс моделирования системы информационного обеспечения *vita*-среды при взаимодействии указанных структурных компонентов. Логика формирования информационных потоков и сенсорных образов при моделировании *vita*-среды поясняется схемой на рис. 2.

Определение. *Под информационным потоком понимается последовательная передача информации о свойствах интеллектуальной vita-среды через ее структурные компоненты (подсистемы): сенсорный модуль, центр управления, исполнительный механизм, коммуникационную сеть.*

Информационное обеспечение интеллектуальной vita-среды начинается с формирования пожелания субъекта влияния получать сенсорные сведения о ее функционировании. Это пожелание, являясь компонентом категории «потребность» (цель, интерес, устремление), приводит в действие закон подчинения. При этом формируется посылка субъекта влияния к категории «ресурсы» с запросом о наличии ресурсов (временных, материальных, энергетических, аппаратных) для удовлетворения данного желания. В зависимости от наличия ресурсов происходит либо усиление возникшего желания, либо (в силу действия деструктивного закона сопротивления) к ослаблению начального желания. В результате достигается согласованная величина компонента потребностей и ресурсного компонента.

Пара компонентов «ресурсы – потребности» формирует отношение подчинения с категорией «итоги» (объективные результаты и их документальное оформление), то есть создает ресурсные предпосылки для формирования первичных требований к процессам информационного обеспечения. Следствием этого является отношение сопротивления, направленное в сторону категории «ресурсы», которое редуцирует выделенные ресурсы на определенный объем затрат. После возможных итераций начинает действовать отношение подчинения, посредством которого в категории «замысел» (намерения на основе знаний, возможностей) формируется компонент, имеющий смысл концепции разработки подсистемы информационного обеспечения. В противовес этому созидательному отношению действует отношение, препятствующее построению указанной подсистемы в силу того, что vita-среда (как всякая сложная система) консервативна в отношении нововведений.

Параллельно с описанными процессами начальная потребность инициирует отношение развития, которое приводит к формированию замысла, отличного от первоначального. Полу-

ченные результаты конкурируют друг с другом, сигнал их несоответствия передается в качестве корректирующего отношения компоненту пожеланий с помощью отношения ответной реакции, после чего очередные итерации приводят к согласованному замыслу. Формируемая система информационного обеспечения интеллектуальной vita-среды, являясь ее подсистемой, рассматривается как элемент ее категории «конструкция» (то есть совокупности кадровых, технических, технологических компонентов).

При формализации описания vita-среды имеется необходимость вводить в процедуру рассмотрения как ее свойства (с их значениями на соответствующих шкалах), так и человека («субъективный сенсор»), формирующего оценки по этим шкалам. При этом повышается роль субъективного фактора в решении данной задачи, что позволяет особо указать на проявление одного из важнейших методологических принципов – **принципа комплементарности объективного и субъективного** в системном анализе информационной проблемы [5]. Совокупность контролируемых параметров можно представить как информационный образ объекта контроля, неотъемлемым качеством которого (так же как и особенностью объекта контроля) является «целостность» [4].

Определение. *Информационный сенсорный образ vita-среды – это комплекс формируемых «субъективной сенсорной системой» параметров, представляющий собой определенную информационную целостность и характеризующий vita-среду как специфическую целостность.* Существенной проблемой «субъективного сенсорного контроля» является вопрос соответствия свойств сенсорной системы информационному образу vita-среды. При этом для сопоставления объема параметров сенсорной системы с такой комплексной характеристикой vita-среды как «информационный образ» можно ввести согласованный с ним «сенсорный профиль» системы контроля.

Определение. *Сенсорным профилем «субъективной сенсорной системы» можно назвать набор ее характеристик, за счет которых формируется совокупность количественных и качественных параметров, адекватных свойствам контролируемой vita-среды.* Сенсор-

ный профиль системы контроля объединяет в первую очередь такие ее характеристики как чувствительность сенсоров, погрешность контроля, разрешающая способность и другие.

Разработка структур данных для формирования сенсорных образов

Создание информационного сенсорного образа *vita*-среды требует аккумуляции достаточно большого объема данных, их особой организации для обеспечения хранения и обработки. Эти данные должны отображать текущие состояния концептов *vita*-среды в интересах решения наборов различных функциональных задач $\{FZi\}; i = 1, 2, 3, \dots, N$ с целью принятия управленческих решений. Очевидно, что включение тех или иных задач в указанный набор связывается с объективными и субъективными оценками их важности, а также с прагматическими целями моделирования *vita*-среды.

Сведения о состоянии *vita*-среды отображаются с помощью числовых и символьных данных различного формата, а также с помощью их комбинаций, которые имеют смысл и применимы при моделировании [6, 7]. Особенностью данных является то, что в модели *vita*-среды они обязательно соотносятся с определенными материальными объектами реального мира, с физическими или информационными процессами. Каждой функциональной задаче FZi соответствуют данные, совокупность которых образует некоторую подобласть $PFDi$ функционально ориентированной части предметной области FD *vita*-среды. Если D – общая предметная область *vita*-среды, то выполняются следующие условия вложенности: $FD \in D; \{PFDi \in FD\}$.

Определение. *Функционально ориентированная часть предметной области *vita*-среды – это совокупность данных, относящихся к множествам объектов, явлений, событий, операций, процессов, состояний, имеющих определенный смысл для заданного набора функциональных задач.* При формировании функционально ориентированной части предметной области FD входящие в нее компоненты рассматриваются в двух аспектах: 1) как обобщающие классификационные понятия для обозначения и выделения на смысловом уровне отдельных классов (типов) концептов $\{Oj\}; j = 1, 2, 3, \dots$; 2) как понятия для

обозначения конкретных экземпляров (информационных образов) предметов $\{Ojk\}; k = 1, 2, 3, \dots$ в границах каждого класса Oj .

Общепризнанным приемом организации данных является объединение их в единую базу [6]. Принято рассматривать три уровня организации данных в базе: внешний, системный и физический. Внешний уровень организации базы данных – это логическая структура и организация данных в каждой подобласти $PFDi$, как представляется она соответствующей функциональной задаче FZi при условии согласования с системным администратором. Системная организация базы данных – это логическая структура и организация данных в области FD как она представляется системному администратору. Она отражает инженерные решения, принятые администратором при объединении подобластей $\{PFDi\}$. Физическая организация базы данных – это физическая структура и организация хранения данных в компьютерном оборудовании системы, представление данных системным администратором после размещения необходимых видов информации в конкретных областях памяти вычислительных средств. Уровень физического хранения данных задается с помощью схемы хранения, которая согласована с концептуальной схемой базы данных и обеспечивает эволюционное развитие. Схема хранения, концептуальная схема и подсхемы образуют раздел метаданных базы, который формируется в технологическом режиме и размещается в базе до начала комплексной отладки функциональных задач.

Реляционное представление данных предполагает отображение их в виде отношений – прямоугольных плоских таблиц, допускающих математическое описание (рис. 3). Выделяют следующие важнейшие свойства отношений: каждый класс (тип) объектов может быть описан определенным отношением реляционной базы; свойство объекта, сведения о котором содержит отношение, отображается с помощью соответствующего домена – столбца отношения; в пределах домена все элементы имеют одинаковый формат данных, единый системный смысл и могут отражать конкретные признаки предметов; каждой строке отношения – кортежу может быть поставлен в соответствие конкретный экземпляр объекта, принадлежа-

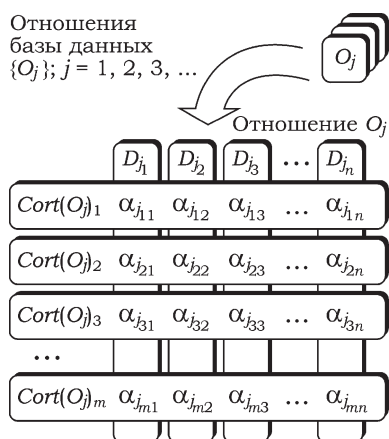


Рис. 3. Структура отношения базы данных интеллектуальной *vita*-среды

шего определенному классу предметов; в отношении не может быть одинаковых кортежей, они должны отличаться друг от друга хотя бы расположением в отношении; каждому элементу отношения ставится в соответствие некоторое значение – атрибут (информа-

ционная единица, имеющая смысл характеристики *vita*-среды).

Заключение

Представлен обобщенный подход к процедурам определения и анализа свойств *vita*-среды при использовании «субъективной сенсорной системы». С помощью данной системы на основе получаемого экспертным путем набора количественных и качественных параметров формируется совокупность информационных сенсорных образов *vita*-среды. Создание информационных образов может выполняться по известным принципам формализованного субъективного описания сложных систем. С учетом этого рассмотрены технологии формализованного представления информационных потоков и сенсорных образов в процессе моделирования *vita*-среды. Проанализирована задача организации структур данных для формирования интеллектуальной *vita*-среды.

Литература

1. Аюпов А. И. Разрешимость проблемы формализованного описания витасистем за счет использования категориальных переменных / А. И. Аюпов, С. И. Пляскота // *Нейрокомпьютеры: разработка, применение*. – 2012. – № 1. – С. 67–78.
2. Gulay A. Environmental monitoring with the use of vita «subjective touch system» / A. Gulay, V. Gulay // *Scientific enquiry in the contemporary world: theoretical basics and innovative approach*. 3rd edition. Vol. 1. – San Francisco: B&M Publishing, 2014. – P. 41–47.
3. Колешко В. М. Синтез сенсорных и интеллектуальных технологий в научном познании / В. М. Колешко, А. В. Гулай, В. А. Гулай // *Высшая школа*. – 2011. – № 2. – С. 53–57.
4. Гулай А. В. Интуиция как составляющая процесса поиска знаний / А. В. Гулай, А. И. Тесля // *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Е. Педагогические науки*. – 2013. – № 7. – С. 80–88.
5. Гулай А. В. Принцип комплементарности стохастического и алгоритмического в творческом поиске / А. В. Гулай, А. И. Тесля // *Высшая школа*. – 2012. – № 4. – С. 28–32.
6. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах / Дж. Мартин. – М.: Мир, 1980. – 662 с.
7. Рыбина Г. В. Основы построения интеллектуальных систем / Рыбина Г. В. – М.: Финансы и статистика, Инфра, 2010. – 432 с.

References

1. Ayupov A. I. Razreshimost problemy formalizovannogo opisaniya vitasistem za schyot ispol'zovaniya kategori- al'ny'x peremenny'x / A. I. Ayupov, S. I. Plyaskota // *Nejrokomputery: razrabotka, primeneniye*. – 2012. – № 1. – P. 67–78.
2. Gulay A. Environmental monitoring with the use of vita «subjective touch system» / A. Gulay, V. Gulay // *Scientific enquiry in the contemporary world: theoretical basics and innovative approach*. 3rd edition. Vol. 1. – San Francisco: B&M Publishing, 2014. – P. 41–47.
3. Koleshko V. M. Sintez sensoryh i intellektnyh tehnologij v nauchnom poznanii / V. M. Koleshko, A. V. Gulaj, V. A. Gulaj // *Wy'she'jshaya shkola*. – 2011. – № 2. – P. 53–57.
4. Gulaj A. V. Intuiciya kak sostawlyayushhaya processa poiska znaniy / A. V. Gulaj, A. I. Teslya // *Westnik Poloczkiego gosudarstvennogo universiteta. Seriya E. Pedagogicheskiye nauki*. – 2013. – № 7. – P. 80–88.
5. Gulaj A. V. Princip komplementarnosti stoxasticheskogo i algoritmicheskogo v tworcheskom poiske / A. V. Gulaj, A. I. Teslya // *Wy'she'jshaya shkola*. – 2012. – № 4. – P. 28–32.
6. Martin Dzh. Organizaciya baz dannyx v vychislitelnyx sistemax / Dzh. Martin. – M.: Mir, 1980. – 662 p.
7. Rybina G. V. Osnovy postroeniya intellektualnyh sistem / G. V. Ry'bina. – M.: Finansy i statistika, Infra, 2010. – 432 p.

Поступила
15.06.2016

После доработки
08.11.2016

Принята к печати
28.11.2016

A. V. Gulaj, V. M. Zaytsev, V. A. Gulaj

FORMATION OF INFORMATION SENSOR IMAGES OF INTELLIGENT VITA-MEDIUM

Belarusian National Technical University

This paper shows a generalized approach to procedures of control and analysis of vita-medium properties when «the subjective sensor system» is used. The state of vita-medium is determined on the basis of the applied sources of expert assessments which reflect its properties in the natural language by means of aggregation of quantitative and qualitative features. Being so, a totality of information sensor images of vita-medium is formed, which represent a certain informational coherence and characterize vita-medium as a specific coherence.

It is shown that the creation of information images is carried out according to the known principles of formalized subjective description of complex systems. Accordingly, the technology of formalized presentation of information flows and sensor images is considered in the process of vita-medium modeling with the use of categorical variables. Possible vita-medium structuring is shown at practically any complexity level with the aid of the following components: need; idea; resources; results; construction.

Organization of data structures has been analyzed for formation of the intelligent vita-medium, and external, systematic and physical levels in the intelligent model base have been provided. A peculiarity of data is that in the vita-medium model it is relevant to certain material objects of the real world, to physical or informational processes. This provide data filling with the distinctive contents having the principal meaning for a set of functional tasks resolved in the intelligent model volume.

Keywords: *intelligent vita-medium; «subjective sensor system»; information sensor image; relational view of data.*



Гулай А. В., кандидат технических наук, заведующий кафедрой БНТУ. Окончил Минский радиотехнический институт (1971), защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук (1982), лауреат Государственной премии в области науки и техники. Работал в научных учреждениях НАН Беларуси, занимался разработкой и исследованием микроэлектронных систем. С 2004 года – доцент кафедры «Интеллектуальные системы» БНТУ, с 2013 года – заведующий кафедрой. Область научных интересов: методологические проблемы интеллектуальных технологий; интеллектуальные системы формирования знаний; построение интеллектуальных и сенсорных систем.



Зайцев В. М., кандидат технических наук, доцент БНТУ. Окончил Минский радиотехнический институт (1971), защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук (1974). В отраслевом научно-исследовательском институте возглавлял научное направление по созданию автоматизированных систем управления. С 2000 года – доцент кафедры «Интеллектуальные системы» БНТУ. Область научных интересов: цифровая обработка сигналов; проектирование интеллектуальных систем технического назначения.



Гулай В. А., старший преподаватель БНТУ. Окончил Белорусский государственный университет (1997), аспирантуру БНТУ (2008). С 2005 года – старший преподаватель кафедры «Интеллектуальные системы» БНТУ. Область научных интересов: физика и технология сенсорных микро-наносистем; моделирование интеллектуальных и сенсорных систем.