

Синергетические учебные организации в сфере высшего образования

Тарасов В.Б.
ФГБОУ ВО

«Московский государственный
технический университет
им. Н.Э.Баумана
(национальный исследовательский университет),
г. Москва, Россия
Email: Vbulbov@yahoo.com

Голенков В.В

Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь
Email: golen@bsuir.by

Аннотация—Статья посвящена проблемам инженерного проектирования организаций в сфере образования. Предварительно рассмотрены основные предпосылки и идеи инжиниринга предприятий, приведена методика инжиниринга организаций и указаны допущения для стратегического инжиниринга учреждений высшего образования. Обсуждаются основные понятия синергетики и принципы синергетической методологии (в целом в науке и в частности в теории организаций). Дано определение синергетической организации и отмечены ее главные характеристики. Указано, что такой организации целесообразно сочетание стратегий организационного проектирования и самоорганизации в русле многоагентной методологии. В заключительной части работы проведен анализ видов деятельности и задач кафедры, обоснованы причины и условия перехода от обычных к виртуальным кафедрам. Одним из вариантов развития и применения синергетических стратегий в образовании XXI-го века видится организация в вузах **межкафедральных и межкафедральных структур**. В результате, предложена концепция синергетической кафедры и прослежены ее системные единицы и структуры.

Ключевые слова—искусственный интеллект; системный подход; синергетика; инжиниринг организаций; реинжиниринг; управление знаниями; стратегический инжиниринг; онтологический инжиниринг; высшее образование; синергетическая учебная организация, синергетическая кафедра.

1. Введение

В настоящее время бурно развивается новый научно-практический комплекс **«инжиниринг предприятий»** (Enterprise Engineering), который направлен на инженерную разработку и создание предприятий как целостных динамических систем. Он носит междисциплинарный характер и опирается на методы и подходы теории систем, синергетики, теории организаций, информатики, искусственного интеллекта, стратегического менеджмента, теории коммуникации, и других наук. Уже более двенадцати лет функционирует постоянно расширяющаяся международная сеть CIAO Network [CIAO], в которую входят университеты, исследовательские институты, предприятия и организации, заинтересованные в развитии общей теории, методов и средств **проектирования предприятий**. При этом понятие «предприятие» трактуется очень широ-

ко: от классических форм предприятий (корпораций и партнерств) до всевозможных организационных объединений, корпоративных сетей, альянсов, виртуальных организаций, цепочек поставок, и т.п. Здесь аббревиатура CIAO, образованная из слов Cooperation, Interoperability, Architecture, Ontology, характеризует тесные взаимосвязи между ними: **кооперация** предприятий, очевидно, подразумевает полную **интероперабельность** их информационных систем, а организационная архитектура предприятий понимается как стандарт разработки – нормативное ограничение на свободу проектантов предприятия, причем в основе их совместной деятельности лежат общие онтологии. По аналогии с подзаголовком знаменитой монографии М.Хаммера и Д.Чампи «Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе» [28], Я.Дитцем и др. в 2011г. был написан «Enterprise Engineering Manifesto» [32], в котором указаны мотивы, задачи и постулаты парадигмы инжиниринга предприятий. Варианты системного подхода к инжинирингу предприятий изложены в монографиях Я.Дитца [31] и Р.Джачетти [33].

В российском научном сообществе инициатива перехода от методологии реинжиниринга бизнеса к парадигме инжиниринга предприятий принадлежит Ю.Ф.Тельнову [24], [25], который подчеркивает, что рассмотрение предприятия только как множества бизнес-процессов может привести к нарушению его системной целостности. Поэтому актуально развитие методологии инжиниринга предприятия как интеграционного направления, что определяет синтез знаний из различных дисциплин. Здесь требуется сочетание методов математического моделирования и интеллектуальных технологий для стратегического и оперативного управления предприятиями со средствами виртуализации и интеллектуализации организационных структур. Общая теоретическая и методологическая база инжиниринга предприятий, пути его становления и развития изложены в [10], [23], [29], [37].

По Ю.Ф.Тельнову, инжиниринг предприятий можно рассмотреть как иерархическую структуру, представляющую три главных этапа разработки: **стратегический инжиниринг**; формирование **архитектуры пред-**

приятия с акцентом на интеллектуализацию его базовых структур; онтологический инжиниринг предприятия и управление знаниями (рисунок 1).



Рис. 1. Иерархическая схема инжиниринга предприятий

Стратегический инжиниринг предприятия следует начинать с изучения его среды и вариантов ее изменения (рисунок 2).

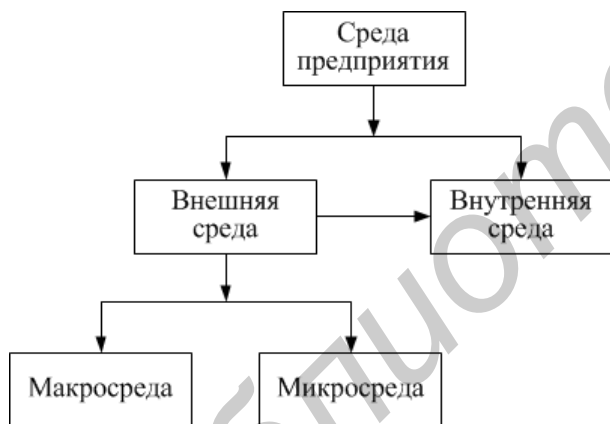


Рис. 2. Классификация сред предприятия

В основу инжиниринга организаций и учреждений высшего технического образования можно положить, по крайней мере, три допущения 1) образовательное учреждение есть сложная открытая система, функционирующая в неоднородной среде; 2) эта система, будучи динамической, выступает как совокупность процессов и структур, которые должны быть спроектированы для достижения ее целей; 3) следует привлекать инженерные подходы к решению задач построения, развития и трансформации как самого образовательного учреждения, так и его системных единиц.

В настоящей работе предлагается возможный вариант формирования *синергетических учебных организаций* в области высшего технического образования, в частности, кафедр нового поколения, образуемых в

результате интеграции подходов виртуальных [18], [30], [38], интеллектуальных [19], [35], [36], обучающихся [17], [20], рефлексивных [12] организаций.

II. Синергетика и синергетические организации

A. О синергетике и синергетической методологии

Синергетика есть междисциплинарное научное направление, изучающее процессы взаимодействия, кооперации, самоорганизации и эволюции сложных систем. Сам термин «синергетика» происходит от слова «синергия», которое означает совместное действие, сотрудничество. По мнению «отца синергетики Г.Накена [26], предложившего этот термин, его введение для обозначения теории сложных самоорганизующихся систем оправдано по двум причинам: во-первых, исследуются совместные действия многих элементов развивающейся системы; во-вторых, для отыскания общих принципов и механизмов самоорганизации требуется объединение усилий представителей различных дисциплин. В то же время он определяет синергетику как учение о взаимодействиях, приводящих к появлению новых структур [27].

Основным предметом синергетики являются процессы синтеза, формирования, развития, преобразования, которые интерпретируются как первичные аспекты сложных систем, тогда как структуры и симметрии, порожденные ими, рассматриваются как нечто вторичное. Ключевой предпосылкой любого развития выступает неустойчивость сложной системы, ее нахождение в критической области (вблизи точек бифуркации), где в условиях резкого роста неопределенности повышается возможность образования структур с новыми качествами.

Итак, в центре внимания синергетики находятся нелинейные и неравновесные системы, в которых как внешние, так и внутренние флуктуации при определенных условиях могут вызвать спонтанный морфогенез.

К числу ведущих принципов синергетической методологии относятся [19]:

- 1) Принцип *междисциплинарности*.
- 2) Принцип *синтеза взаимодействий*, тесно связанный с идеей первичности взаимодействий и вторичности структур.
- 3) Принцип *целостности (неаддитивности)*.
- 4) Принцип *дополнительности* (согласно Н.Бору, противоположности — не противоречия, они — дополнения) и *взаимной компенсации* моделей сложной системы.
- 5) Принцип *разнообразия путей развития* сложной системы (сочетание различных стратегий эволюции, волновой характер эволюции).
- 6) Принцип И.Пригожина (принцип спонтанного возникновения новых качеств в особых состояниях сложной системы) [16].
- 7) Принцип *соответствия* (язык описания системы должен соответствовать природе располагаемой о ней информации).

- 8) Принцип совместного учета факторов *неопределенности (НЕ-факторов* в терминологии А.С.Нариньяни [15]).

В. Синергетическая методология в теории организаций

Использование синергетического подхода в теории организаций связано с рассмотрением следующих фундаментальных проблем:

- создание и развитие синтетических концепций организаций, появляющихся на свет в процессе интеграции и гибридизации различных парадигм и теорий организации (например, функциональной и критической парадигм, теорий проектирования и самоорганизации, централизованного и децентрализованного управления, и пр.);
- исследование механизмов синтеза новых организационных структур, в том числе процессов объединения, поглощения, слияния организаций;
- анализ условий и принципов перехода от классических к неклассическим организационным моделям – от механистической к биологической (органической), от монолитной к распределенной, от иерархической к гетерархической, и т.д.;
- изучение поведения организационных структур при функционировании организаций в «режимах с обострением» [Клиазева-2005], вблизи критических точек бифуркаций, «на грани хаоса»;
- разработка общей методологии, методов и инструментария эволюционного и организаций.

С. Синергетическая организация и ее характеристики

Новое понятие «синергетическая организация» предполагает формирование различных синергий в организационных сетях. В этом плане оно является родовым, объединяющим такие важные классы как: *виртуальные организации* (синергия ресурсов, находящихся в различных местах); *интеллектуальные организации* (синергия опыта, в первую очередь, знаний; управление знаниями); *обучающиеся организации* (синергия стратегий и видов обучения).

Необходимыми условиями возникновения и функционирования синергетических организаций выступают процессы взаимодействия, в рамках которых реализуются различные формы и варианты интеграции, кооперации и эволюции.

Речь идет о вертикальной или горизонтальной интеграции, формировании организационных альянсов и объединений, создании совместных предприятий. В частности, сегодня активно развиваются стратегии компьютерной интеграции ресурсов в виртуальном пространстве – виртуальные ассоциации, консорциумы, холдинги, корпорации. Следует отметить, что уже при интеграции различных организаций происходит не только их объединение, но и взаимная адаптация и совместная эволюция.

При современной трактовке организации как «био-социального организма», в качестве сильной формы интеграции можно указать гибридизацию, когда речь идет о соединении в одном организме разнородных наследственных признаков и компонентов (см. природные стратегии симгенеза, симбиогенеза, гибридогенеза в [14]). Ярким примером организационного гибрида служат финансово-промышленные группы.

Синергетической организацией (СинО) назовем открытую, интегрированную (или гибридную), развивающуюся организацию (метаорганизацию), в которой исходные организации-партнеры, работающие в сложной, динамической, плохо определенной конкурентной среде, находящиеся вблизи критических зон бифуркации и способные под воздействием незначительных факторов сильно варьировать свое состояние, кооперируются, формируя метаморфные, быстро меняющиеся организационные структуры.

В СинО происходит компенсация недостатков и усиление достоинств ряда сотрудничающих организаций. Здесь синергетические механизмы кооперативного взаимодействия приводят к синхронизации процессов у различных партнеров и формированию у них когерентного поведения. Возникающие в синергетических структурах нелинейные связи между партнерами влекут за собой супераддитивность (мультипликативность) общего эффекта при совместных действиях. В результате появляются резонансные явления, когда конкурентоспособность, эффективность и прибыль партнеров многократно возрастают. Отметим, что синергетические эффекты тесно связаны с осуществлением организационных инноваций и их последующей оценкой.

Системными характеристиками организаций и главными критериями организационного синтеза являются: среда, организационная единица взаимодействия, структура, связи, адаптация, развитие. Укажем их особенности для СинО.

- 1) Среда СинО: сложная, плохо определенная, динамическая.
- 2) Единица СинО: целостная, неоднородная, неравновесная единица.
- 3) Взаимодействия в СинО: сочетание стратегий кооперации и конкуренции с преобладанием первых (например, стратегия сотрудничества с координацией). Кооперация между партнерами в СинО направлена на совместное выполнение задач в условиях коллективного использования интеллектуального капитала, постоянного обмена информацией и знаниями как ключевыми ресурсами.
- 4) Связи в СинО: эмергентные, переменные, гибкие, нелинейные.
- 5) Управление СинО: комбинированное (сочетание стратегий управления и самоуправления).
- 6) Адаптация в СинО: необходимость взаимной адаптации партнеров и их коадаптации к среде.
- 7) Развитие СинО: волновая эволюция, концепция финализма, т.е. предсказание организационной эволюции «из будущего», исходя из цели

как состояния-аттрактора; симбиогенез (слияние организационных геномов разных видов).

Инжиниринг СинО предполагает сочетание стратегий организационного проектирования и самоорганизации в русле многоагентной методологии [?], [19] (на основе взаимодействия целеустремленных, активных, автономных, адаптивных агентов, имеющих собственные механизмы мотивации и формирования предпочтений).

III. Синергетические организации в образовании

А. От классической к виртуальной кафедре

В высших учебных заведениях любых видов (университет, академия, институт) базовыми единицами являются кафедры, осуществляющие подготовку студентов в рамках определенной специализации. Кафедры и их преподаватели обеспечивают жизненный цикл подготовки в вузах – от начального отбора абитуриентов до выпуска дипломированных специалистов. В узком смысле под кафедрой обычно понимается объединение преподавателей разной квалификации, но близких специальностей, одновременно выполняющих педагогическую, научную и учебно-методическую работу по одной или нескольким родственным учебным дисциплинам. Их деятельность связана с преобразованием научных достижений в передовые учебные курсы, пособия, лекции.

Согласно Положению о кафедре университета, ее основными задачами являются

- реализация учебного процесса по очной, очно-заочной(вечерней) и заочной формам обучения по закрепленным за кафедрой дисциплинам в соответствии с утвержденными учебным планом и программами дисциплин;
- создание условий для удовлетворения потребностей личности в интеллектуальном, культурном и нравственном развитии в русле образовательно-научной деятельности;
- организация и проведение фундаментальных, поисковых и прикладных исследований, научно-технических, опытно-конструкторских работ по профилю кафедры и работ по проблемам высшего образования;
- подготовка, переподготовка и повышение квалификации по основным программам профессионального обучения, а также по разным дополнительным образовательным программам.

Наряду с учебной, учебно-методической, научной деятельностью кафедра также проводит организационную и воспитательную работу, а также работу по профориентации студентов и содействию трудоустройству выпускников.

Следует отметить, что в современных учреждениях высшего образования следует формировать кафедры не по принципу специальности, т.к. специальности могут

часто меняться, а по общности направлений подготовки. Более того, для реализации эффективного смешанного централизованного-децентрализованного управления университет может передавать часть своих прав и полномочий кафедрам. Именно кафедра является той базовой университетской единицей, которая наиболее заинтересована в прямых связях с заказчиками образовательных услуг и адаптации к конъюнктуре рынка. Именно кафедра наиболее активна в плане получения и выполнения инновационных заказов – как в сфере подготовки специалистов, так и области НИР и НИОКР. Именно кафедра может наиболее эффективно и целенаправленно изыскивать источники получения внебюджетных средств и обеспечить их рациональное расходование, учитывая как интересы сотрудников, так и потребности развития материальной базы и научно-педагогического потенциала.

В плане создания инновационных структур и единиц в учреждениях высшего образования, ориентированных на использование передовых информационно-коммуникационных технологий, значительный интерес вызвали концепции *виртуального университета* [2] и *виртуальной кафедры* [4], [8]. Так виртуальная кафедра, ориентированная на повышение эффективности выполнения вышеуказанных кафедральных задач с помощью интернет-технологий, есть разновидность компьютерно интегрированной, базовой образовательной единицы, состоящей из неоднородных, свободно взаимодействующих агентов. К ней относятся прямые участники образовательных процессов (преподаватели, студенты, и т.д.), а также искусственные агенты, находящиеся в различных местах. Такая кафедра образуется путем информационной интеграции и совместного использования необходимых педагогических, учебно-методических, научных, программно-технических и прочих ресурсов, собираемых с различных кафедр, факультетов, университетов, научных учреждений, предприятий, бизнес-структур,. Затем формируется имитационная модель работы кафедры в виде искусственной организации, функционирующей в виртуальном пространстве.

Создание виртуальных кафедр способствует интеграции различных форм обучения и обеспечивает естественное развитие идей открытого и дистанционного образования. Оно также может быть направлено на оказание научно-методической поддержки неопытным, молодым преподавателям со стороны ведущих профессоров в разработке новых учебных курсов, учебных планов и программ (см. проект «Виртуальная кафедра» в Новосибирском государственном университете).

Многоагентные технологии инжиниринга виртуальной кафедры описаны в работах [4], [8], [19], а проблемы управления знаниями на виртуальной кафедре затронуты в публикациях [6], [7].

В. Сетевые межкафедральные структуры

Согласно статье 27, п.1 Федерального закона «Об образовании в РФ» образовательные организации самостоятельны в формировании своей структуры. Это по-

казывает актуальность разработки концепции инжиниринга учреждений высшего технического образования с широким применением передовых информационных и коммуникационных технологий. Одним из перспективных вариантов развития и применения синергетических стратегий в образовании XXI-го века видится организация *межкафедральных и межфакультетских структур* как системных единиц высших учебных заведений.

Сеть есть одна из важнейших форм *коллективного интеллекта* [13], тесно связанная с процессами самоорганизации, спонтанного возникновения новых структур при достижении особых состояний узлов (свойство эмергентности). По виду элементов все сети подразделяются на *однородные* и *неоднородные*, а по типу связей – на сети с фиксированными и переменными связями. Сети по своей природе подвижны, адаптивны и многофункциональны. Они образуются, развиваются и преобразуются в зависимости от преследуемых целей.

В современных условиях потребность в построении сетевых межкафедральных структур определяется следующими главными причинами:

- наличие у кафедр общих (совместимых) целей, интересов и ценностей, в частности, межкафедральных дисциплин, определяющих необходимость в частой трансдисциплинарной коммуникации [1] и совместной деятельности;
- увеличение потребности в дополнительных педагогических ресурсах, связанное с широко используемой во многих вузах стратегией *даунсайзинга* (сокращения числа профессоров и преподавателей при постоянном увеличении педагогической нагрузки);
- непрерывное развитие новых образовательных стратегий и технологий, все возрастающая роль стратегий открытого и дополнительного образования, а также технологий электронного обучения.

С. Синергетическая кафедра

Целью совместного российско-белорусского проекта, выполняемого в 2016-2017г.г. по линии РФФИ-БРФФИ, является разработка концепции синергетической кафедры на основе интеграции подходов виртуальных, интеллектуальных, обучающихся, рефлексивных организаций, анализ путей инжиниринга синергетической кафедры, разработка вариантов организационной структуры синергетической кафедры и построение ее многоагентной модели.

Синергетическая кафедра есть новая сетевая образовательная единица, обеспечивающая рост эффективности выполнения основных задач и функций кафедры благодаря кооперативным взаимодействиям между кафедрами-партнерами, разворачивающимися на базе передовых информационно-коммуникационных технологий. и приводящим к синергетическим эффектам (в

частности, к усилению достоинств и ослаблению недостатков самих партнеров). Этот термин рассматривается нами как родовое понятие, охватывающее понятия виртуальной кафедры, интеллектуальной и самообучающейся кафедры (см.[Тарасов и др., 2006б]. В самом деле, создание виртуальной кафедры предполагает синергию удаленных друг от друга образовательных ресурсов, создание электронных учебников и виртуальных тренажеров. Дальнейший переход к *интеллектуальной кафедре* означает синергию знаний, разработку корпоративных баз знаний и систем управления знаниями, распространение интеллектуальных обучающих систем и учебных сред для поддержки процессов обучения, объяснения и понимания. На самообучающейся кафедре реализуется синергия индивидуального и коллективного обучения, а также синергия опыта благодаря формированию организационных умений при взаимодействии организационных знаний и организационных навыков, реализации всеобщего обучения и самообучения на индивидуальном, групповом и организационном уровнях.

К числу основных признаков синергетической кафедры (СинК), относятся:

- полиструктурность, сочетание различных сетевых структур;
- способность организационной структуры к автономному функционированию в быстро меняющейся среде благодаря корпоративному опыту, оперативному восприятию изменений и использованию прогностических стратегий («опережающее обучение» в смысле А.Д.Урсула);
- приоритет стратегий интенсивного развития человеческих ресурсов, стимулирование познавательной мотивации и создание в организации условий, благоприятствующих самообучению, групповому обучению и развитию творческого потенциала сотрудников (студентов и преподавателей);
- формирование, накопление, развитие, обобщение и продуктивное использование своего и чужого опыта; наличие специальных средств,обеспечивающих междисциплинарную информационную прозрачность» и циркуляцию знаний между партнерскими кафедрами как внутри факультета или университета, так и на междууниверситетском уровне;
- вхождение в различные организационные объединения и альянсы, умение извлекать из этого практическую выгоду.
- получение обратной связи от заказчиков и поставщиков образовательных услуг);
- проведен процедур «эталонного тестирования» или «сопоставления СинК с образцом» (Benchmarking), т.е. сравнительная оценка образовательных продуктов и услуг, методов и средств обучения по отношению к ведущим образовательным учреждениям; построение на

этой основе «образа будущего состояния» синергетической кафедры»

Остановимся подробнее на архитектурных особенностях СинК. В структурном плане синергетическая кафедра может представлять собой полный или растущий граф, «колесо» или «звезду». В зависимости от характера взаимосвязей между узлами сети и уровня их кооперации и координации выделяются две базовые структуры СинК: *распределенная кафедра* (рисунок 3) и *расширенная кафедра* (рисунок 4).

Распределенная кафедра представляет собой открытую, достаточно однородную сеть учебно-научно-производственных единиц, подразделений, и структур, расположенных в различных местах (и, возможно, даже в различных областях региона), в которой главную роль играет децентрализованное управление, опирающееся на постоянные и интенсивные горизонтальные связи.

Фрактализация подобной кафедры связана с сохранением ее базовой структуры при изменении масштаба. Типовая структура распределенной фрактальной кафедры приведена на рисунке 3.

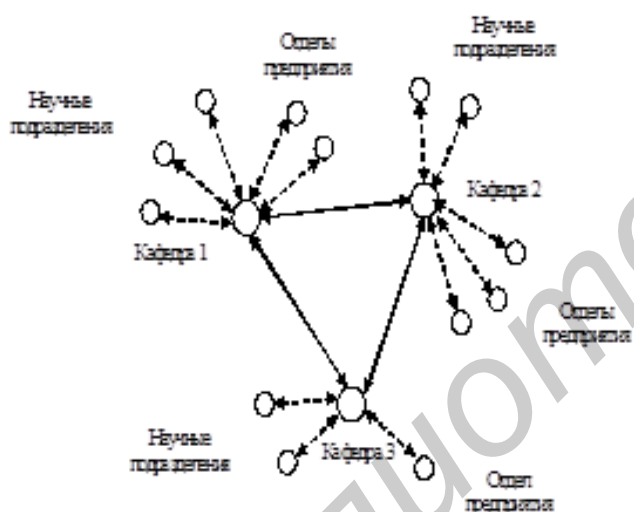


Рис. 3. Пример сетевой структуры синергетической кафедры как распределенной фрактальной кафедры

Напротив, *расширенная кафедра* имеет открытую, неоднородную и переменную сетевую структуру, где в центральном узле сосредоточены важнейшие, стратегические ресурсы и знания, составляющие основу организации и управления обучением, а некоторые учебные процессы или их отдельные компоненты, например, лабораторные работы, выводятся наружу и доверяются периферическим узлам – внешним, например, промышленным или бизнес-партнерам (рисунок 4). В рамках подобной структуры могут быть реализованы стратегии аутсорсинга в сфере образования.

В общем случае, речь идет о создании гибкой эволюционной организации с переменной, настраиваемой на среду сетевой структурой. Такая сеть должна иметь возможность самореорганизации в интересах оперативной адаптации к быстро меняющейся среде.

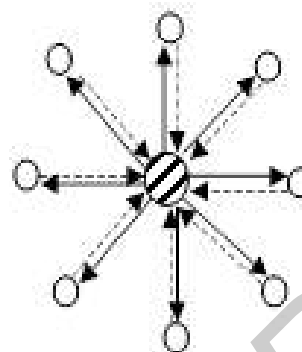


Рис. 4. Пример сетевой структуры синергетической кафедры как расширенной организации: модель взаимодействия центрального узла с периферическими

Наконец, технологической основой создания и функционировании СинК выступает *портал знаний*, предназначенный для создания единого информационного пространства у ее участников [3]. Его практическое использование преподавателями и студентами СинК позволит повысить эффективность их педагогической и учебной деятельности, в первую очередь, благодаря ускорению доступа к требуемой информации и организации более интенсивного информационного взаимодействия. Вопросы динамики изменения образовательного пространства СинК в контексте синергетических идей рассмотрены в статье [11].

IV. Заключение

В статье определено понятие синергетической организации и, в частности, синергетической кафедры, Изложены элементы стратегического инжиниринга СинК. В следующих наших работах предполагается описать архитектуру СинК и провести ее онтологический инжиниринг.

Поддержка

Исследование проводится в рамках совместного проекта РФФИ-БРФФИ №16-57-00208 Бел_а «Разработка интеллектуальных обучающих систем и синергетических учебных организаций на основе открытых семантических технологий, онтологического инжиниринга и моделей понимания».

Список литературы

- [1] Буданов В.Г. Методология синергетики в постнеклассической науке и в образовании. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.
- [2] Вишняков Ю.М. Виртуальный университет: миф или реальность? / Ю.М.Вишняков, С.И. Родзин // Известия ТРТУ, 2000, №6, с.275-282.
- [3] Гаврюшин С.С. Разработка портала знаний виртуальной кафедры / С.С.Гаврюшин, Д.О. Попов, В.Б.Тарасов // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО, 2009, №3, с.68-71.
- [4] Голенков В.В. Виртуальные кафедры и интеллектуальные обучающие системы / В.В. Голенков, В.В.Емельянов, В.Б.Тарасов / Новости искусственного интеллекта, 2001, №4, с.4-10.

- [5] Голенков В.В. Виртуальная кафедра/ В.В.Голенков, Н.А.Гулякина, О.Е.Елисеева и др.// Искусственный интеллект в XXI-м веке. Труды международного конгресса (ICAI'2001, Дивноморское, Россия, 3-8 сентября 2001г.). – М.: Физматлит, 2001. – Т.1. – С.399-410.
- [6] Гулякина Н.А. Корпоративные системы виртуальных кафедр/ Н.А.Гулякина// Доклады БГУИР, 2003, т. 1, №2, с.15-25.
- [7] Гулякина Н.А. Модель управления знаниями виртуальной кафедры/ Н.А.Гулякина // Статистика и экономика, 2005, №2, с.19-22.
- [8] Емельянов В.В. Виртуальная кафедра в техническом университете/ В.В.Емельянов, В.Б. Тарасов// Дистанционное образование. – 2000. – №6. – С.39-45.
- [9] Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Основания синергетики. – М.: КомКнига, 2005.
- [10] Кудрявцев Д.В. Методологическая база бизнес-инжиниринга/Д.В.Кудрявцев// Инжиниринг предприятий и управление знаниями. Сборник научных трудов XVII-й научно-практической конференции (ИПУЗ-2014, Москва. МЭСИ, 24-25 апреля 2014 г.). – М.: МЭСИ, 2014. – С.151-161
- [11] Курейчик В.М. Динамика современного образовательного пространства в контексте синергетических идей/ В.М.Курейчик, В.И. Писаренко// Труды международных научно-технических конференций «Интеллектуальные системы» (AIS'08) и «Интеллектуальные САПР (CAD'2008). – М.: Физматлит, 2008. – Т.3. – С.182-199.
- [12] Лепский В.Е. Рефлексивно-активные среды инновационного развития. – М.: Когито-Центр, 2010.
- [13] Моисеев Н.Н. Современный рационализм. – М.: МГВП КОКС, 1995.
- [14] Назаров В.И. Эволюция не по Дарвину. Смена эволюционной модели. – М.: Изд-во ЛКИ, 2007.
- [15] Нариньяни А.С. НЕ-факторы: краткое введение/А.С.Нариньяни//Новости искусственного интеллекта, 2004, №2, с.52-63
- [16] Пригожин И. От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках: Пер. с англ. – М. Наука, 1985.
- [17] Сенге П. Пятая дисциплина. Искусство и практика обучающейся организации: Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-бизнес», 1999.
- [18] Тарасов В.Б. Новые стратегии реорганизации и автоматизации предприятий: на пути к интеллектуальным предприятиям/ В.Б.Тарасов// Новости искусственного интеллекта, 1996, №4, с.40-84.
- [19] Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям.–М.: Эдиториал УРСС, 2002.
- [20] Тарасов В.Б. Самообучающиеся предприятия/ В.Б.Тарасов// Проблемы управления и моделирования в сложных системах. Труды VI-й международной конференции (Самара, 14-17 июня 2004 г.). – Самара: Самарский научный центр РАН, 2004. – С.113-122.
- [21] Тарасов В.Б. Методология агентно-ориентированного формирования синергетических организаций / В.Б.Тарасов// Реинжиниринг бизнес-процессов на основе современных информационных технологий. Системы управления знаниями. Сборник докладов 9-й научно-практической конференции (Москва, 26-27 апреля 2006 г.). – М.: МЭСИ, 2006.
- [22] Тарасов В.Б. Интеллектуальные и самообучающиеся организации в сфере высшего образования/ В.Б.Тарасов В.Б., В.В.Ярных В.В.// Открытое образование. – 2006, №4, с.34-38.
- [23] Тарасов В.Б. Управление жизненными циклами продукции и предприятия – ключевой аспект инжиниринга сетевых предприятий/В.Б.Тарасов//Инжиниринг предприятий и управление знаниями. Сборник научных трудов XVIII-й научно-практической конференции (ИПУЗ-2014, Москва. МЭСИ, 24-25 апреля 2014 г.). – М.: МЭСИ, 2014. – С.245-255.
- [24] Тельнов Ю.Ф. Эволюция парадигмы «инжиниринг предприятий»/ Ю.Ф.Тельнов// Инжиниринг предприятий и управление знаниями. Сборник научных трудов XVI-й научно-практической конференции (ИПУЗ-2013, Москва. МЭСИ, 25-26 апреля 2013г.). – М.: МЭСИ, 2013. – С.294-298.
- [25] Тельнов Ю.Ф. Инжиниринг предприятий на основе интеллектуальных технологий/Ю.Ф.Тельнов// Информационно-измерительные и управляющие системы. –2013, №11, ч.2,с.55-60.
- [26] Хакен Г. Синергетика: Пер с англ. – М.: Мир, 1980.
- [27] Хакен Г. Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействиях: Пер. с англ. – Ижевск: ИКИ, 2003.
- [28] Хаммер М. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе: Пер. с англ./ М.Хаммер, Дж.Чампи. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2006.
- [29] Barjis J. Enterprise Modeling and Simulation within Enterprise Engineering/ J.Barjis// Journal of Enterprise Transformation, 2011, vol.1, №3, p.185-207. [CIAO Network] CIAO! Enterprise Engineering Network www.ciaonetwork.org.
- [30] Davidow W., Malone M. The Virtual Corporation: Structuring and Revitalizing the Corporation for the 21st Century. – New York: Harper Collins, 1992.
- [31] Dietz J.L.G. Enterprise Ontology. Theory and Methodology. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2006.
- [32] Dietz J.L.G. et al. Enterprise Engineering Manifesto// Advances in Enterprise Engineering I. Lecture Notes in Business Information Processing Vol.10. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2011.
- [33] [Giachetti, 2010] Giachetti R. Design of Enterprise Systems: Theory, Architecture and Methods. – Boca Raton FL: CRC Press, 2010.
- [34] ISO Concepts and Rules for Enterprise Models. International Standard 14258. – 1999. [online] www.mel.nist.gov/sc5wg1/std-dft.htm.
- [35] Thanhuber M.J. The Intelligent Enterprise. Theoretical Concepts and Practical Implications. – Berlin: Springer, 2005.
- [36] Quinn J.B. Intelligent Enterprise: the Knowledge and Service Based Paradigm for Industry. – New York: The Free Press, 1992.
- [37] Vernadat F. Enterprise Modeling and Integration: Principles and Applications. – London: Chapman and Hall, 1996.
- [38] Vutrich H.A. Forms of Virtual Enterprise/ H.A.Vutrich// Management Today, 1997, №6, p.35-37.

SYNERGISTIC ORGANIZATIONS IN THE FIELD OF HIGHER EDUCATION

Tarassov V.B., Golenkov V.V.

The paper is devoted to the problems of educational organizations engineering. First of all, some notions and ideas of enterprise engineering (EE) are considered. A three-leveled scheme for EE is sketched, and basic assumptions for performing strategic engineering of modern higher education organizations are formulated. The main emphasis is made on developing engineering techniques for such organizations on the crossroad of design, self-organization and evolution approaches. So the basic concepts of synergetics and main principles of synergistic methodology are discussed. Both definition of synergistic organizations and its basic characteristics are presented. Then, main activities and tasks of university department are analyzed, the need in transition from classical departments to virtual departments having some features of synergistics organizations is justified. A perspective approach of developing and implementing synergistic strategies in higher

education of XXIst century consists in organizing horizontal inter-departmental structures. Finally, the concept of synergistic department in university is introduced, and its systemic units and structures are envisaged.

Keywords: Artificial Intelligence, Enterprise Engineering, Re-Engineering, Systemic Approach, Synergetics, Knowledge Management, Strategic Engineering, Ontological Engineering, Higher Education, Synergetic Organization, Synergetic Department.

INTRODUCTION

The paper faces the problem of applying modern enterprise engineering approaches in the field of higher education. Here enterprise engineering is represented by a three-leveled hierarchical structure: strategic engineering, development of enterprise architecture with the emphasis on horizontal structures, and ontological engineering as a tool for enterprise knowledge management.

University department is taken as a basic engineering object; its strategic engineering phase is considered. At this level the university environment and ways of its changes are of primary concern.

Three assumptions are formulated to deal with higher education organizations: 1) educational organization is an open complex system that operates in a heterogeneous environment; 2) this system as dynamic object is represented by families of processes and structures to be designed for its goal achievement; 3) it is worth applying some engineering approaches to solve the problems of building, developing and transforming both educational organization itself and its systemic units.

A possible variant of forming new synergistic organizations in the field of higher education is suggested. It supposes the integration of virtual organization, intelligent organization, learning organization approaches. In particular, the concept of synergistic university department is introduced; some underlying structures are discussed.

MAIN PART

The synergistic approach to advanced educational organizations engineering is developed. Synergetics focuses on the synthesis, formation, transformation, co-operation, evolution processes that are interpreted as primary aspects of complex systems, whereas appropriate structures and symmetries are viewed as their secondary aspects. Here non-equilibrium and non-linear systems are of special concern, where both external and internal fluctuations under some circumstances can bring about spontaneous morpho-genesis.

The following basic principles of synergistic methodology are discussed:

- 1) Transdisciplinarity Principle.
- 2) Principle of Designing Interactions.
- 3) Holism Principle (Non-Additivity).
- 4) Bohr Principle of Complementarity (the opposites are not contradictions, they complement each other);
- 5) Principle of Evolution Diversity (existence of various evolution paths, wave character of evolution).
- 6) Prigogine Self-Organization Principle (spontaneous order

is a process where some form of overall order arises from local interactions in initially disordered system).

- 5) Correspondence Principle (a modeling language for complex system must correspond to the nature of available information on this system).
- 6) Principle of joint Consideration of various Uncertainty Factors (the table of Non-Factors in Narinyani's terms).

These principles are used for eliciting synergetic educational organizations and specifying their intrinsic characteristics. A short review of virtual departments in the context of educational resources synergy is given. The reasons for introducing horizontal inter-departmental structures are discussed.

The concept of engineering synergetic department in university is proposed, its co-operative nature is explained. Some examples of networked structures for virtual department units are considered. The need in creating the united information knowledge space through corporate knowledge portal to support synergistic department operation is shown.

CONCLUSION

The concepts of higher education synergistic organizations and specifically synergistic department were introduced and clarified. Some fundamentals of their strategic engineering were presented. Our next studies will be focused on selecting architectures for synergistic departments and constructing ontological systems for them