

УДК 378.1: 005

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА: СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Ермакова Т.И., Ратафьев С.В.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», Нижний Новгород, e-mail: ermakova@nntu.nnov.ru

Переход к компетентностной системе организации учебного процесса и внедрение нового поколения образовательных стандартов стимулирует преподавателей высшей школы обратиться к поиску методологических основ учебной работы в условиях изменившихся требований. Авторы обратились к синергетической парадигме анализа образовательной системы вуза. Образовательная деятельность рассматривается как сложная открытая нелинейная система, которой свойственны процессы самоорганизации, самообучения, плавного эволюционного развития, которые прерываются точками бифуркации, где студент может поменять образовательную траекторию и перейти в новую устойчивую сферу интересов, называемую аттрактором. Такая бифуркационная схема – нормальное, естественное явление для развивающейся когнитивной системы студента. В контексте развития системы рассмотрено понятие компетенции, её синергетичность, приведён пример синергетического подхода к образовательной деятельности. В статье показано, что важнейшим условием успешной образовательной деятельности является синергетическая организация взаимодействия обучающей и обучаемой систем на основе принципов их коэволюции.

Ключевые слова: системный подход к образованию, синергетика, самоорганизация и саморазвитие систем, компетентностный подход, коэволюция.

EDUCATIONAL ACTIVITY IN A TECHNICAL UNIVERSITY: SYNERGETIC APPROACH

Ermakova T.I., Ratafiev S.V.

Nizhny Novgorod state technical university n.a. R.E. Alexeev, Nizhny Novgorod, e-mail: ermakova@nntu.nnov.ru

Transition to the system competence of the educational process and the introduction of a new generation of educational standards encourages high school teachers to apply to the search of methodological foundations of educational work in the conditions of the changed requirements. The authors appealed to the synergetic paradigm of analysis of the educational system of high school. Educational activity is seen as a complex nonlinear open system consisting of trained and a training component. These systems are peculiar to the processes of self-organization, self-learning, a smooth evolutionary development, which is interrupted by bifurcation points. In them, the student can change the trajectory of education and move into a new stable area of interest, called an attractor. This bifurcation diagram is normal, natural phenomenon for developing cognitive student system. The concept of competence, the synergies it, is an example of a synergistic approach to educational activities. The article shows that the most important condition for the success of educational activity is synergetic interaction between the learning organization and learning systems on the basis of their co-evolution.

Keywords: systems approach to education, synergetic, self-organizing and self-developing of systems, competence approach, interactive teaching, co-evolution.

В настоящее время в инженерном образовании необходимо обеспечить сочетание технических и управленческих компетенций, сформировав у студентов навыки управления производством, маркетинговой деятельности, логистики, инжиниринга, системного проектирования. Одновременно необходимо предоставить обучающимся возможность получения базовых знаний в сфере технологий и технологического менеджмента в рамках образовательных программ по экономическим и управленческим направлениям высшего образования. От выпускника вуза требуется не просто добросовестная реализация профессиональных знаний, умений и навыков, но и умение их приобретать, обновлять,

применять на практике – самостоятельно организовывать трудовые процессы, принимать управленческие решения, постоянно совершенствоваться в своей профессиональной области. В связи с этим в учебном процессе на первый план выходят задачи формирования у студентов способностей к самоорганизации, саморазвитию и самообучению, ставится задача формирования профессиональных компетенций. Современный студент уже не может, да и не хочет быть простым «потребителем знания», он всё больше вовлекается в процесс формирования знания. И чем сложнее знание, тем больше оно требует разнообразия точек зрения, дискуссий, коллективного обсуждения и объединённого мышления.

Наиболее оптимальным подходом к организации современного обучения исследователи и практики считают синергетику. Введённый в научный оборот Г. Хакеном в 1969 году, термин «синергетика» обозначает «сотрудничество», «соучастие» [6].

Исследования в области синергетики показывают, что в сложных системах (в том числе в образовании) происходящие процессы самоорганизации могут сменяться процессами самодезорганизации. Развиваясь плавно, эволюционно, предсказуемо, система время от времени наталкивается на *точку бифуркации*. В ней система оказывается неустойчивой к *флуктуациям* (возмущающим воздействиям) – даже весьма незначительным, и возникает неопределённость: станет ли состояние системы хаотическим или она перейдёт на новый, более дифференцированный и высокий уровень упорядоченности [3]. Таким образом, после точки бифуркации возможно несколько вариантов её дальнейшего развития, и предсказать, какой из них будет реализован, принципиально невозможно. Вместе с тем с точки зрения синергетики хаос – это не крушение надежд или жизненного пути системы, а один из важнейших этапов её развития, когда рушатся сложившиеся, окостеневшие стереотипы, наращивается число степеней свободы и активизируются механизмы самоорганизации. Траектории движения системы после прохождения точки бифуркации ведут в новое относительно устойчивое состояние – *аттрактор* (от англ. *attract* – привлекать, притягивать), который притягивает к себе множество траекторий развития, возможных после прохождения точки бифуркации. Синергетика опирается на бифуркационный подход к развитию систем, понимая конструктивную роль хаоса в процессе эволюции самоорганизованных систем.

Самоорганизующаяся система способна адаптироваться к внешним условиям, накапливать знания и, таким образом, саморазвиваться. Наличие в ней активных элементов (носителей интеллекта, способных делать выбор и принимать решения) приводит к появлению новых *эмерджентных* свойств, полезных для существующей системы, но вместе с тем затрудняющих управление ею. С синергетической точки зрения образовательный процесс – сложная открытая динамическая система, которая обеспечивает своё сохранение за

счёт взаимодействия включённых в неё подсистем: обучающей и обучаемой. Естественным состоянием такой системы является неравновесность, нестабильность, нелинейность, множественность состояний и неоднозначность путей эволюции.

Синергетическая парадигма позволяет многое объяснить и упорядочить в образовательном процессе: студент должен учиться, прежде всего, сам; наставник ему помогает, контролирует процесс получения знаний. Однако простое увеличение объёма самостоятельной работы в надежде на то, что обучающийся будет разбираться в материале и искать истину – бесполезно, поскольку в условиях доступности Интернета поиск истины сведётся к поиску готового реферата. Важнейшая (если не единственная) цель обучения — воспитание у студента способностей и вкуса к самообучению, т. е. самоорганизации знаний, извлекаемых из той информации, которой он будет окружен всю свою сознательную деятельность. Плавное и предсказуемое движение по образовательной траектории будет продолжаться до появления точки бифуркации, в которой даже слабое внешнее возмущение (интерес к некоторой новой науке или иному виду деятельности) может резко изменить образовательную траекторию студента. В точке бифуркации студент может осознать, что та область знаний, которую он осваивал, – это не его стихия (или – наоборот). Роль наставника здесь неоценима, поскольку неискущённому ученику нужно помочь выбрать новую стезю и не погрузиться в хаос с туманной перспективой выхода из него.

Из синергетических представлений вытекают требования к структурированию учебных дисциплин или их блоков, представления об оптимальной структуре каждой из подсистем – обучающей и обучаемой, а также об организации их взаимодействия.

Традиционно обучающей системой является педагог, знающий определённый предмет (науку) в необходимой полноте, обучаемой – студент, не имеющий необходимых знаний и безусловно доверяющий педагогу. По мере расширения круга знаний студента, совершенствования его интеллекта, наблюдается рост и усложнение его когнитивной системы, у последней проявляются *эмерджентные* свойства (которые не присущи составляющим ее элементам, рассматриваемым отдельно, вне системы) – такие, например, как интерес к знаниям и познавательной деятельности, способности к саморазвитию, критичность в восприятии информации и знаний. Это обозначает, что обретение новых знаний всё более развитым интеллектом студента становится более сложным. Студент, по мере накопления знаний, вырабатывает собственную мировоззренческую позицию (это — тоже одно из эмерджентных свойств когнитивной системы студента), не позволяющую ему слепо следовать наставлениям педагога, но побуждающую относиться к любой информации критически. У него формируется собственный *путь познания* – уникальный тип организационного поведения в сфере познавательной деятельности, который обусловлен

внешними воздействиями (вынужденная организация), или может появиться в результате развития собственной внутренней неустойчивости системы в системе (самоорганизация). Отсюда следует представление о рациональной структурированности учебных дисциплин или их блоков: поскольку студенты имеют достаточный запас знаний и в большой степени сложившееся мировоззрение, то обучение схеме «учитель – слушатель» малопродуктивно. Уже на начальных этапах обучения целесообразно начать с проблемных ситуаций, чтобы от обучения повеяло духом исследования, поиска знаний. (Например, немногие студенты могут дать определение логарифма с тем, чтобы решить простую задачу из финансовой математики. Проблема решается тогда, когда они начинают понимать *происхождение* этой замечательной функции!). Задача преподавателя состоит в поиске такого знания в когнитивной системе обучаемого, за которые можно «зацепить» новое знание. Далее, преподавателю необходимо убедиться, что новое знание действительно «зацепилось». Такой контроль не сводится к выявлению умения решать тестовые задачи: высшим проявлением синтеза старого и нового знания в качественно новую систему является появление у обучаемого вопросов, которые преподаватель ещё только собирается изложить.

По мере развития когнитивной системы студента возрастает роль самостоятельной, поисковой деятельности, организованная в виде разрешения проблемных ситуаций, выход из которых *заранее неизвестен*, так же как неизвестны и пути нахождения выхода. Акцент в современном представлении об образовательной деятельности перемещается на освоение процедур поиска нового знания, и воплощения этих процедур в практику, т.е. обучение происходит на задачах и проблемах, решение которых неизвестно обучающемуся и преподавателю: они ищут результат вместе, не боясь своих заблуждений. Различие между ними состоит в том, что *наставник* лучше ученика знает пути поиска истины, и в процессе такого поиска происходит взаимное обогащение, развитие и совершенствование участников поиска. Когда ученик сравнивается с наставником в искусстве поиска истины, они становятся коллегами, сотрудниками.

С позиций синергетики становится понятным и естественным требование к формированию компетенций как признаков наличия эмерджентных свойств у когнитивной системы студента. Напомним кратко основные компоненты любой компетенции и дадим их расшифровку. Студент, овладевший компетенцией, должен уметь [7]:

Изучать: уметь извлекать пользу из опыта; организовывать взаимосвязь своих знаний и упорядочивать их; организовывать свои собственные приемы изучения; уметь решать проблемы; самостоятельно заниматься своим обучением.

Искать: запрашивать различные базы данных; опрашивать окружение; консультироваться у эксперта; получать информацию; уметь работать с документами и классифицировать их.

Думать: организовывать взаимосвязь прошлых и настоящих событий; критически относиться к тому или иному аспекту развития наших обществ; уметь противостоять неуверенности и сложности; занимать позицию в дискуссиях и выковывать свое собственное мнение; видеть важность политического и экономического окружения, в котором проходит обучение и работа; оценивать социальные привычки, связанные со здоровьем, потреблением, а также с окружающей средой; уметь оценивать произведения искусства и литературы.

Сотрудничать: уметь сотрудничать и работать в группе; принимать решения – улаживать разногласия и конфликты; уметь договариваться; уметь разрабатывать и выполнять контракты.

Приниматься за дело: включаться в проект; нести ответственность; входить в группу или коллектив и вносить свой вклад; доказывать солидарность; уметь организовывать свою работу; уметь пользоваться вычислительными и моделирующими приборами.

Адаптироваться: уметь использовать новые технологии информации и коммуникации; доказывать гибкость перед лицом быстрых изменений; показывать стойкость перед трудностями; уметь находить новые решения.

Приведём пример синергетичности понятия компетенции – «на стыке» экономики и менеджмента. Предположим, что один из менеджеров фирмы начинает замечать, что дела у фирмы идут не так хорошо, как ожидается – в том смысле, что усилия сотрудников не приносят ожидаемых результатов. Проанализировав различные аспекты деятельности – финансовую, кадровый потенциал, планирование, сбытовую и другие – он приходит к выводу, что упущения есть везде, но начинать нужно с совершенствования маркетинга. Дальнейший анализ показал, что маркетинговые функции на фирме, конечно, реализуются, но – весьма размыто и неопределённо, и изучение опыта других фирм и научно-практических публикаций приводят к выводу о целесообразности создания специализированной службы (отдела) маркетинга. Менеджер изучает возможные модели маркетинговой службы – представленные, например, в виде бизнес-процессов, адаптирует два-три варианта для своей фирмы, делает оценку экономической эффективности каждого из вариантов, затем – выбирает наиболее эффективный. После этого менеджеру можно поручить работу по созданию маркетинговой службы (подбор персонала и составление должностных инструкций, составление баз данных и др.). Приведённый комплекс работ может выполняться целым коллективом, но во главе его обязательно должен быть человек, обладающий необходимой *компетенцией* и «видящий» проблему в целом. Аналогичные

примеры синергетического, компетентностного мышления можно привести из практики конструирования сложных технических систем – самолётов, реакторов и др., – в которой залогом успеха является способность из свойств отдельных подсистем синтезировать свойства системы в целом.

Реализация образования на уровне сформированных компетенций [5] – весьма сложная задача, поскольку предполагает освоение студентами как достаточно формализованных процедур (например, расчёт тех или иных элементов систем), так и процедур неформализуемых (определение свойств систем, для которой известны свойства её элементов). Если методы расчёта узлов и подсистем технической системы в состоянии освоить каждый студент, то системные, синергетические компоненты образования самостоятельно могут взрастить, воспитать в себе немногие. Важнейшая задача обучающей системы – воспитание в студенте творческого, креативного, синтетического начала. Возможно это только при наличии в учебном процессе проблемного подхода.

Важнейшим условием успешной подготовки студентов является правильно организованное взаимодействие обучающей и обучаемой подсистемы: оно должно быть достаточно тесным, но не ограничивающим возможности роста и развития каждой из них. Эти подсистемы традиционно существуют в вузе автономно, соприкасаясь в ходе образовательного процесса и, изредка, на так называемых «общественных» мероприятиях. Разобщённость, «разорванность» систем неизбежна, если уровень знаний, интеллекта, жизненного опыта участников систем существенно отличаются. Целесообразность и неизбежность взаимодействия, взаимопроникновения подсистем становится очевидной по мере роста и развития студентов. Возникает необходимость создания *синергетической* связки «преподаватель – студент», поскольку только при её наличии возможно эффективное обучение и воспитание. В этой связке неизбежны проблемы межличностного взаимодействия ученика и наставника, на «передний край» выходит фактор их психологической совместимости, симпатии и антипатии, которые могут как способствовать, так и препятствовать совместному постижению истины. Известны методики формирования команды психологически совместимых участников, ускорения их притирки.

Синергетический взгляд на взаимодействие обучающей и обучаемой систем предполагает, что должна быть организована их *коэволюция*, т.е. развитие во взаимодействии, обогащающее обе системы. «Результатом коэволюции систем является система более высокого иерархического уровня, темп эволюции которой будет выше темпа эволюции любой входящей в нее системы» [1]. Коэволюция в учебном процессе вуза наиболее ярко и эффективно проявляет себя при проведении студентом и наставником

совместных исследований. Следует помнить, что коэволюция – весьма деликатная, «... она прекращается, если:

- связь между системами становится слишком жесткой, т.е. взаимовлияние приобретает абсолютный характер (становится функциональным). При этом системы теряют самостоятельность и свободу выбора, процесс эволюции в них прекращается и они становятся функциональными подсистемами одной системы;

- мощность и интенсивность взаимодействия систем становятся ниже некоторого порогового значения, что снижает взаимное влияние систем до такого уровня, когда процессы их эволюции перестают коррелировать;

- одна из систем резко повышает или резко снижает степень своего воздействия на другую систему. При этом система, имеющая более мощное воздействие на другую систему, практически подчиняет функционирование и эволюцию более слабой системы своим законам функционирования и эволюции. Процесс коэволюции может восстановиться вновь между системами, если их воздействие друг на друга станет соизмеримым» [4] .

Прогрессивные представления об образовательной деятельности хорошо известны, и самое известное – «Студент — это не сосуд, который нужно наполнить, а факел, который нужно зажечь!». К сожалению, они не всегда воплощаются в практику. В причинах этого следует разбираться в каждом конкретном случае, но можно предварительно назвать следующие:

- велика сила традиций, инерции обучения в больших группах по жёстко составленному учебному плану, обязательному для выполнения всеми «точно в срок»; при этом диалог и взаимодействие между подсистемами сводится к минимуму. У такой поточной организации, по сравнению с индивидуальным подходом, есть неоспоримое преимущество – минимальные затраты, поэтому скорого отказа от поточности ожидать не приходится;

- требования к знаниям, умениям, навыкам выпускников учебных заведений бизнес-сообществом, работодателями не сформулированы внятно, представления о компетентностном подходе ещё только начинают внедряться в сознание бизнес-общественности. Не принимая активного участия в становлении российского образования, бизнес требует от учебных заведений высококлассных специалистов, желательно – с опытом работы;

- остаётся неясной мотивация к получению образования. Не секрет, что известная доля студентов (особенно вечерней и заочной формы обучения) учится исключительно для получения документа об образовании. При таком отношении к образованию говорить о творческом подходе, индивидуализации обучения – по крайней мере, преждевременно.

Известные отечественные исследователи, авторы многочисленных работ в области синергетики С.П. Курдюмов и Е.Н. Князева [3] предложили синергетическую концепцию образования и назвали её пробуждающим обучением: «Способ связи обучающего и обучаемого, учителя и ученика – это их взаимная циклическая детерминация и их взаимное конструирование, становление и развитие, их синергетическая связка. Обучение – это не передача знаний как эстафетной палочки..., но создание условий, при которых становятся возможными процессы порождения знаний самим обучающимся, его активное и продуктивное творчество» [2].

С введением стандартов нового поколения обучение становится интерактивным. Это значит, что не только преподаватель учит студента, но и студент – преподавателя (но, при этом, конечно, *разному* и разными *методами*). С позиций синергетики, способность к самообразованию – это способность системы к самоорганизации в когнитивном аспекте. Правильный выбор путей развития обучающегося и на начальном этапе, и в процессе обучения – ещё один ключевой аспект успешного обучения индивида, которого собираются «поставить в колею» саморазвития и самообразования. Важно помнить, что несмотря на индивидуальность «образовательных траекторий» студентов, все вместе они составляют *обучаемую подсистему*, а это значит, что у неё будут свои собственные эмерджентные свойства и ценности. Успехи здесь возможны только в случае наличия у обучаемой подсистемы определённых эмерджентных свойств – тяги к знаниям, уважения к талантам, уважения наставников и других. Эти свойства не складываются стихийно, они – результат длительной кропотливой работы, но без них успешный учебный процесс – невозможен.

В заключение статьи отметим следующее. Для технического университета со столетней историей, имеющего богатые педагогические традиции и множество научных школ, опыт подготовки инженеров оказался созвучен компетентностному подходу к организации образовательной деятельности. Сейчас этот опыт требует осмысления, систематизации, обобщения и широкого внедрения в педагогическую практику. Важной задачей развития системы образования следует считать ориентацию образовательных программ на обучение навыкам, необходимым для инновационной деятельности, включая аналитическое и критическое мышление, стремление к новому, способность к постоянному самообучению, готовность к разумному риску, креативность и предприимчивость, готовность к работе в конкурентной среде.

Список литературы

1. Князева Е. Н., Курдюмов С.П. Синергетика: Нелинейность времени и ландшафты

коэволюции. – М.: КомКнига, 2007. – 272 с.

2. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Основания синергетики. Человек, конструирующий себя и своё будущее. – М.: КомКнига, 2006. – 232 с.

3. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Основания синергетики. – СПб.:Алетейя, 2002.

4. Самоорганизация и развитие систем <http://www.self-organization.ru/co-evolution.html>.

5. Уидет С., Холлифорд С. Руководство по компетенциям. Пер. с англ. – М.: НИРРО, 2003.

6. Хакен Г. Синергетика. – М.: Мир, 1980.

7. Хуторский А.В. Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 416с.