

3. Громыко Ю. В. Проектное сознание: Руководство по программированию в образовании для систем стратегического управления. М.: Институт учебника Paideia, 1997.

4. Загвязинский В. И. О стратегических ориентирах развития образования на современном этапе // Образование и наука: Изв. Урал. науч.-образоват. центра Рос. акад. образования. Журн. теорет. и прикл. исслед. 1999, № 1. – С. 32–40.

5. Ковалев Г. А., Смоленская Е. И. Школа как социозэкологическая система // Соврем. шк.: пробл. гуманизации отношений учителей, учащихся и родителей. М.: Изд-во ИТП и МИО РАО, 1993.

6. Куркин Е. Б. Управление образованием в условиях рынка. М., 1997.

7. Люрья Н. А. Образование как феномен культуры и фактор развития личности: Автореф. дис. . . . д-ра филос. наук. Томск, 1997. – 37 с.

8. Слободчиков В. И. Новое образование как путь к новому сообществу // Новые ценности образования. М.: Инноватор, 1996.

9. Naisbitt J., Aburdene P. Mega – trends 2000. N. Y. 1990: Towards developing new teacher competencies in response to mega-trends in curriculum reforms. – Bangkok, 1992. P. 48–56.

УДК 378.14

ББК 431.0

## **ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД НА ПРИМЕНЕНИЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ В ПЕДАГОГИКЕ**

М. И. Потеев

Известно, что человека нельзя ничему научить: он может только научитьсяСЯ. Все выдающиеся дидакты отмечали важность самообучения в процессе образования. Так, «учитель немецких учителей» А. Дистервег писал: «Развитие и образование ни одному человеку не могут быть даны или сообщены. Всякий, кто желает к ним приобщиться, должен достигнуть этого собственной деятельностью, собственными силами, собственным напряжением.

Только тот является мастером воспитания, кто умеет привести воспитанника к самодеятельности. Всякий метод плох, если приучает учащегося к прос-

той восприимчивости или пассивности, и хорош в той степени, в какой возбуждает в нем самодеятельность.

Воспитание, полученное человеком, закончено, достигло своей цели, когда человек настолько созрел, что обладает силой и волей самого себя образовывать в течение дальнейшей жизни и знает способ и средства, как он это может осуществить в качестве индивидуума, воздействующего на мир» [2].

Естественно, что самообучение человека связано с самоорганизацией: без самоорганизации нет самообучения. Роль преподавателя при самообучении обучающихся состоит в том, что он направляет этот процесс, подсказывает возможные пути овладения знаниями, умениями, навыками, опытом творческой деятельности.

Для исследования процессов самоорганизации в открытых нелинейных системах за последние годы сформировалось научное направление, получившее наименование «синергетика». Термин «синергетика», введенный немецким ученым Г. Хакеном [8], буквально означает «теория совместного действия». Синергетика являет собой новый этап изучения сложных систем, продолжающий и дополняющий кибернетику и общую теорию систем.

Если кибернетика занимается проблемой поддержания устойчивости систем путем использования отрицательной обратной связи, а общая теория систем – принципами их организации (дискретностью, иерархичностью и т. п.), то новая наука фокусирует свое внимание на неравновесности, нестабильности как естественном состоянии открытых нелинейных систем, на множественности и неоднозначности путей их эволюции. Синергетика исследует типы поведения таких систем, то есть нестационарные структуры, возникающие в них под действием внешних или внутренних факторов (флуктуаций).

Синергетика – синтетическое направление. Она использует достижения математики и естественных наук, а также мощь современных компьютеров. В книге [3] приводятся несколько вариантов определений этого направления. В частности, синергетика определяется как наука о самоорганизации физических, биологических и социальных систем, или как наука об универсальных законах эволюции в природе и обществе. Исходными понятиями синергетики являются понятия точек бифуркаций и аттракторов.

Под точками бифуркаций понимают состояния системы, после которых возможны некоторые множества вариантов ее дальнейшего развития. Примерами точек бифуркаций являются состояние выбора человеком варианта по-

ступления в высшее учебное заведение, точки перехода к разным вариантам продолжения диалога «студент – компьютер» в процессе тестирования знаний студента с использованием закрытых тестов (когда предлагается выбрать правильный и полный ответ из серии предложенных).

Ту траекторию или то множество траекторий, по которым возможно развитие системы после точки бифуркаций и которые являются наиболее реальными, называют *аттрактором*. Другими словами, аттрактор – это относительно устойчивое состояние системы, которое как бы притягивает к себе все множество траекторий развития, возможных после точки бифуркаций. Примерами аттракторов являются группа экономических вузов и специальностей для человека, имеющего склонность посвятить себя экономике; совокупности правильных ответов для студента-отличника.

В синергетике изучаются свойства точек бифуркаций и аттракторов и устанавливаются закономерности развития самоорганизующихся открытых систем, их переходы от хаоса к порядку и, наоборот, от порядка к хаосу. В ней достаточно строго показывается, что никакими внешними воздействиями нельзя «навязать» системе нужное кому-то поведение – можно только выбрать наиболее подходящий из потенциально заложенных в ней путей. К сожалению, в реальной жизни этот принцип очень часто нарушается, и это приводит иногда к тяжелым последствиям в политике, экономике, личной жизни, к неудачам – в педагогике.

Очевидно, обучение представляет собой скорее не кибернетический (управляемый), а синергетический (самоорганизующийся) процесс. В подтверждение этого тезиса приведем весьма симптоматическое высказывание известных специалистов в области синергетики Е. Н. Князевой и С. П. Курдюмова, которые как бы именно для случая дидактической системы постулируют:

«Главная проблема заключается в том, как управлять, не управляя, как малым резонансным воздействием подтолкнуть систему на один из собственных и благоприятных для субъекта путей развития, как обеспечить самоуправляемое и самоподдерживаемое развитие. Проблема также в том, как преодолеть хаос, его не преодолевая, а делая его симпатичным, творческим, превращая его в поле, рождающее искры инноваций» [5].

У системы обучения можно обнаружить множество признаков синергетических (точнее – самоорганизующихся) систем. Например, обучение каждо-

го индивидуума связано с прохождением определенной «образовательной траектории». На этой траектории обучающемуся постоянно встречаются точки выбора (точки бифуркаций): каким методом воспользоваться? какой ответ из серии предложенных верен? какие еще рассмотреть примеры или решить задачи? и т. д.

Это особенно хорошо просматривается в технологии автоматизированного обучения, то есть при работе с компьютерными обучающими системами. В процессе диалога с компьютером обучающийся постоянно сталкивается с проблемой выбора: информация, содержащаяся на экране, предлагает ему, как правило, несколько путей дальнейшего развития.

Анализ учебного процесса как одной из технологий, используемых человеком, показывает, что по своей сути учебный процесс должен проектироваться с учетом законов самоорганизации и эволюции сильно неравновесных открытых систем, пребывающих в состоянии неустойчивости. Такие системы встречаются и в живой, и в неживой природе, они встречаются и в обществе и изучаются соответственно в биологии, физике, химии, экономике, социологии и т. д. Их общей особенностью является то, что они связаны с окружающей средой путем обмена с ней энергией, веществом или информацией.

Неравновесность открытых систем проявляется в том, что процессы, происходящие в них, протекают за время, меньшее периоду релаксации, то есть времени выравнивания параметров системы до состояния равновесия. Слабо неравновесные процессы происходят по законам классической термодинамики, сильно неравновесные – по другим законам. Но именно с сильно неравновесными процессами связана самоорганизация.

В свою очередь, самоорганизация представляет собой процесс самопроизвольного возникновения в открытых, сильно неравновесных системах новых структур, обладающих более высокой сложностью и большей энергией, чем старые. Это превращение связано как с внутренними изменениями системы, так и с влиянием внешней среды. Именно таков, как правило, результат правильно организованного процесса обучения/самообучения.

Но бывает и по-другому, когда в рассматриваемых открытых, сильно неравновесных системах самопроизвольно возникают новые структуры, обладающие более низкой сложностью и более низкой энергией, чем старые. В этом случае говорят о дезсамоорганизации.

Любая дидактическая система, конечно же, является открытой, ибо обязательно имеет подпитку извне, причем не только веществом и энергией, но, главным образом, информацией. Она является также неравновесной, ибо в системе образования время выравнивания всех ее параметров до состояния равновесия (грубо говоря, когда уровень знаний всех учеников, входящих в состав рассматриваемой системы, становится равным уровню знаний учителя) на много больше времени протекания любого дидактического процесса.

Структуры, возникающие при самоорганизации и обладающие более высокой сложностью, чем те, которые были до этого, но оказались в процессе самоорганизации разрушенными в точках бифуркации, называются диссипативными структурами. Их особенностью является то, что для своего образования они заимствуют энергию и информацию из окружающей среды, в том числе из хаоса. Диссипативность подчеркивает конструктивную роль «рассеивающих» процессов при их возникновении: новые, более совершенные структуры возникают за счет преобразования энергии и информации, черпаемых из хаоса. Но сама диссипативная структура для того, чтобы «победить», то есть выжить, сохраниться, должна в процессе эволюции и сопровождающих ее флуктуаций и случайностей приложить определенные усилия, свойственные ее природе [7].

Это положение синергетики перекликается с педагогическими рекомендациями Л. Дистервега: «Все, что получается из отдельного человека, происходит благодаря использованию заложенных в нем сил, часто даже вопреки ложному их применению, не соответствующему его природе, обучению и извращенному воспитанию.

Истинный воспитатель добивается природосообразного гармонического образования своего питомца, именно: развития (раскрытия) его внутренних сил путем возбуждения, а не накопления (нагромождения) учебного материала...

Ученик должен напрягать свои силы; ему ничто не должно доставаться даром. Дается только тому, кто стремится» [2].

Как показано в работах по синергетике, в основе структурообразования лежит соревнование двух противоположных начал: с одной стороны, внешние источники энергии, вещества или информации случайным образом воздействуют на систему, в результате чего в ней происходит наращивание неоднородностей; с другой стороны, элементы самой системы, обладающие диссипативными свойствами, стремятся эти неоднородности стереть, рассеять, ликвидиро-

вать, погасить. Развитие же системы происходит через неустойчивость, бифуркации, внезапно возникающие случайности.

Иногда случайности оказывают на систему решающее влияние. Причем достаточно часто оно усиливается нелинейностью системы. Математически это свойство системы выражается непропорциональностью связи между аргументом и функцией, а реально – многовариантностью и непредсказуемостью перехода системы из одного состояния в другое.

В связи с открытием механизмов самоорганизации систем картина мира подверглась существенному пересмотру, причем, очевидно, многие откровения на этом пути человечество еще только ожидают. С этой точки зрения необходимо не только изучать синергетический подход к проектированию технологий обучения, но и отражать идеи синергетики в содержании образования [4].

Возможны два пути синергетического наполнения содержания образования: а) введение в образовательные программы учебных дисциплин и курсов по основам синергетики; б) отражение идей синергетики в преподавании любых других дисциплин и курсов.

Опыт чтения курсов по синергетике имеется, например, в Санкт-Петербургском государственном институте точной механики и оптики (техническом университете). Курс разработан и ведет со своими учениками профессор кафедры компьютерной теплофизики и энергофизического мониторинга доктор технических наук Г. Н. Дульнев. Основное содержание курса нашло отражение в учебном пособии [3]. Имеется его электронная версия (<http://www.de.ifmo.ru>). С этими материалами имели возможность ознакомиться несколько групп слушателей факультета повышения квалификации преподавателей при Санкт-Петербургском ГИТМО (ТУ).

В соответствии с государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования многих специальностей гуманитарного направления подготовки и некоторых педагогических специальностей в большинстве вузов преподается курс «Концепции современного естествознания». В нем находит отражение и синергетическая концепция. Особенно ярко она представлена в одноименном с курсом учебнике Т. Я. Дубнищевой, но она представлена также и в других учебниках по названному курсу, в том числе учебнике [6].

Для того, чтобы идеи самоорганизации были понятны большинству специалистов, целесообразно использовать синергетический подход, отражать

идеи синергетики или использовать соответствующие междисциплинарные связи с ней в преподавании таких учебных дисциплин, как физика и теплофизика (второе начало термодинамики, проблема тепловой смерти Вселенной); теоретическая механика (принцип возможных перемещений и принцип наименьшего действия); химия (периодические реакции); теория игр (закон минимума); биология (закон выживания); агрохимия (закон минимума, оптимума и максимума действия факторов жизни растений; закон совокупного, взаимообусловленного действия факторов урожая); психология человека (нелинейность мышления); культурология (эволюционно-синергетическая парадигма как основа целостной культуры) и т. п.

Нельзя не согласиться с Л. Я. Зориной, которая в своей статье отмечает: «Основные положения концепции самоорганизации влияют на представления о научной картине мира, изучение которой предусмотрено стандартом общеобразовательной школы независимо от ее направленности. Научная картина мира – это интегральный срез знания на данном этапе развития науки. В ней отражаются представления о материи и формах ее существования: движении, пространстве, времени. Освоение синергетических положений может оказать влияние на мировоззренческие представления учащихся» [4].

По мнению Г. Хакена, «одна из принципиальных задач синергетики – научиться эффективно хранить, перерабатывать, передавать и использовать большие информационные потоки» [8]. Сегодня эта задача решается с использованием телекоммуникационных технологий и глобальной компьютерной сети Internet. Последние служат основой создания всемирной открытой системы образования и предоставляют преподавателям, с одной стороны, и обучающимся, с другой, принципиально новые возможности.

Но Internet является сверхсложной самоорганизующейся транспортно-информационной системой, обладающей свойствами открытости, нелинейности, когерентности и имеющей фрактальную инфраструктуру. [1]. Это означает, что Internet представляет собой пример крупнейшей синергетической системы. Так как в настоящее время Internet используется в образовательных целях увеличивающимися темпами, то можно заключить, что все основные открытия, связанные с использованием синергетических подходов в педагогике, еще впереди.

*Литература*

1. Басин М. А., Шилович И. И. Синергетика и Internet: Путь к Synergonet. СПб., 1999. – 71 с.
2. Дистервег А. Руководство к образованию немецких учителей // Избранные педагогические сочинения. М., 1956. – 374 с.
3. Дульнев Г. Н. Введение в синергетику. СПб., 1998. – 256 с.
4. Зорина Л. Я. Отражение идей самоорганизации в содержании образования // Педагогика. 1996, № 4. С. 105–109.
5. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. М., 1994. – 236 с.
6. Потеев М. И. Концепции современного естествознания: Учеб. для студентов вузов. СПб.: Питер, 1999. – 350 с.
7. Пригожин И. От существующего к возникающему: Время и Сложность. М., 1985.
8. Хакен Г. Информация и самоорганизация. 4-й том в шпрингеровской серии книг по синергетике (<http://link.springer.de/ol/total/sist.htm>). М., 1985.