

ДИСКУССИИ

СИНЕРГЕТИКА В ОБРАЗОВАНИИ

УДК 37.01:5
ББК 74.05в

ПРИМЕНЕНИЕ ИДЕОЛОГИИ СИНЕРГЕТИКИ К ФОРМИРОВАНИЮ СОДЕРЖАНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**М. Г. Гапонцева,
В. А. Федоров,
В. Л. Гапонцев**

Ключевые слова: педагогика; индуктивный этап развития; синергетика; непрерывное естественно-научное образование; сквозная линия естественно-научного образования; содержание естественно-научного образования; генезис научного знания.

Резюме: В статье доказывается возможность применения идеологии синергетики к формированию содержания непрерывного естественно-научного образования, детерминантой которого является научное знание. Его генезис демонстрирует поведение, характерное для открытых систем, описываемых синергетикой. Роль внешнего воздействия играет соотношение объема накопленных знаний и способа их упорядочения и переработки. При достижении этим соотношением критического значения появляется новый элемент структуры научных знаний и содержания естественнонаучного образования.

Предварительные замечания

Различные науки проходят сходные пути развития, когда формируются системы аксиом, правила выведения, связи между инвариантами, т. е. основные понятия и законы. Все науки, так или иначе, проходят эмпирический (индуктивный) этап развития. Происходит это с разными скоростями, на различных этапах исторического развития, но каждая при этом «примеряет» методы другой, «изобретая велосипед» только в случае крайней нужды. Если говорить о педагогике, то можно отметить встречающиеся факты неоднозначности понятийного аппарата, приводящие к тому, что формулировки основных понятий, даваемые различными авторами, существенно различаются между собой. Поэтому, приступая к работе, педагог-ученый вынужден проводить изыскания по поводу формулировок основных понятий по разрабатываемой проблеме, наилучшим образом отвечающих его требованиям как исследователя. Подоб-

ные ситуации редки в науках, находящихся на дедуктивном этапе развития, характеризующемся наличием строгой системы основных понятий, аксиом, правил выведения, законов, моделей и т. п.

Одним из подходов, «заимствованных» педагогией из других наук, является системный подход. Он применяется в таких разделах педагогической науки, как отбор содержания в преподавании экологии [9, 13], оптимизация познавательной деятельности студентов [10], управления образованием [14] и др. Применение системного подхода является, безусловно, плодотворным. Но, как отмечено, например, Э. Ф. Зеером, система непрерывного естественно-научного образования не может ограничиваться этим подходом [4]. Тем более что она подчиняется тем законам развития, которые определяют поведение открытой термодинамической системы. Показать это – цель настоящей работы. Изучением поведения таких систем занимается синергетика.

Что изучает синергетика

Возможны три варианта применения идеологии синергетики. Два первых – классические, они используются при описании открытых термодинамических систем и при исследовании нетермодинамических систем (экологических, экономических, социальных), которые описываются нелинейными дифференциальными уравнениями того же вида, что и открытые термодинамические системы, изучаемые синергетикой. Третий вариант – это применение общих закономерностей поведения систем, описываемых в первых двух случаях к новой системе. При этом важно показать, что эмпирический материал, полученный при изучении новой системы, явно демонстрирует особенности поведения, наблюдающиеся в первых двух ситуациях, и имеются общие основания считать, что исследуемая система относится к тому же классу, что и ранее описанные синергетикой. Забегая вперед, отметим, что в нашем случае имеет место именно третья ситуация.

Общим и основным свойством систем, изучаемых синергетикой, является способность к самоорганизации при их эволюции. Самоорганизация выражается в усложнении структуры изучаемой системы, которое возникает, когда внешнее воздействие на систему превосходит некоторые критические значения. При этом в таких системах появляются новые структурные элементы или происходит специализация старых так, что они начинают выполнять новые функции. Благодаря этой специализации эффективность «работы» системы в целом возрастает, так что она справляется с возросшими требованиями окружающей среды. Следует отметить, что процесс самоорганизации органично связан с понижением степени симметрии системы. Проиллюстрируем вышесказанное положение примерами.

Первый пример: явление Бенара. Оно возникает при нагревании тонкого слоя жидкости снизу. При малых значениях перепада температур по высоте слоя перенос тепла в жидкости происходит только за счет теплопроводности жидкости, то есть за счет молекулярного переноса тепла. При этом все части

жидкости покоятся, и в ней нет потоков вещества. При достижении перепадом температур критического значения молекулярный механизм переноса оказывается не в состоянии обеспечить дальнейший рост потока тепла, и в жидкости возникают конвективные потоки в виде замкнутых контуров.

При взгляде сверху эти контуры выглядят как шестигранная сетка, которую называют «ячейки Бенара», по имени первооткрывателя. То есть в докритических состояниях система пространственно однородна, а при сильном отклонении от равновесия в ней возникает структура, обладающая следующими видами симметрии: трансляционная в плоскости, центральная, зеркальная и поворотная 6-го порядка. При этом исходная система однородна и имеет более высокую степень симметрии. Появление специализированных элементов жидкости позволяет ей резко увеличить перенос тепла.

Второй пример: органическая реакция Белоусова – Жаботинского. Приведем ее описание из книги В. Эбелинга [19]. Исследуется окислительно-восстановительная реакция в растворе серной и малоновой кислот, сульфата церия и бромида калия. Добавленный в такой раствор индикатор (ферроин) позволяет фиксировать изменения концентрации ионов в растворе по изменению его цвета. Если при малых значениях концентраций веществ (ниже критического значения сродства) цвет раствора однородный по всему объему и не меняется, то при достижении ими критических значений наблюдаются весьма необычные явления: а) при превышении концентрации веществ, определяющих ход процесса, изменение концентрации ионов церия носит характер колебаний. Цвет раствора периодически меняется от красного (избыток Ce^{3+}) до синего (избыток Ce^{4+}); б) при дальнейшем росте определяющих концентраций, после временных колебаний цвета спонтанно возникают неоднородности концентрации по объему и образуются устойчивые красные и синие слои, которые можно наблюдать в течение около 30 минут.

Третий пример: окраска шкуры животного. Если шкура животного пигментирована двумя цветами (ягуар, кошка и т. д.), то туловище покрыто пятнами одного цвета на фоне другого. В основе образования этих пятен лежит химический процесс, сходный с реакцией Белоусова – Жаботинского. Математическое описание синергетической модели этого явления на основе топологии показывает, что распределение пятен на протяженных объектах имеет вид полос, поэтому все пятнистые животные имеют полосатые хвосты.

Анализ этих и подобных им явлений позволяет сделать вывод о том, что: «...структуры могут возникать в природе во всех тех случаях, когда выполняются следующие ... условия:

1. Система является термодинамически открытой, т. е. может обмениваться веществом и/или энергией со средой.
2. Динамические уравнения системы нелинейны.
3. Отклонение от равновесия превышает критическое значение» [19].

Иными словами, самой общей закономерностью систем, изучаемых синергетикой, является то, что структура системы в критических точках усложняется скачком.

Почему к педагогике можно подходить с позиций синергетики

Содержание образования определяется двумя детерминантами: структурой деятельности и структурой объекта изучения, которым является окружающая действительность. По мнению В. С. Леднева, окружающая действительность выступает детерминантой содержания образования опосредованно, т. е. через научное знание [8]. Это приводит к необходимости анализа влияния структуры научного знания на структуру содержания естественно-научного образования.

В соответствии с классификацией научного знания (по В. С. Ледневу) педагогику следует отнести к наукам, объект и предмет которых характеризуются прежде всего процессами информационных обменов. «Педагогика – это наука, изучающая сущность, закономерности, принципы, методы и формы организации педагогического процесса. Педагогический процесс – это специально организованное взаимодействие (цепочка взаимодействий) старшего и младшего (обучающего и обучаемого). Целью этого взаимодействия является передача старшими и освоение младшими социального опыта, необходимого для жизни и труда в обществе» [12]. Сейчас подобные науки объединены названием «синергетика». В широком смысле синергетика изучает системы, обменивающиеся с окружающей средой потоками информации. Безусловно, к таким системам можно отнести и предмет исследования педагогической науки, а это и является тем общим основанием, которое необходимо, как отмечалось выше, для переноса общих закономерностей синергетики в область педагогики. Очевидно, что при таком переносе необходимо учитывать уже имеющийся опыт прямого применения идеологии синергетики в науках, объектом которых также не являются классические открытые термодинамические системы (экономика, социология, экология) [18].

Но в отличие от экономики и социологии, имеющих формализованные модели, к которым применимо математическое описание [18], прямое использование аппарата синергетики в области педагогики пока невозможно, так как формирование ее собственных моделей находится на начальном этапе. Тем не менее представляется возможным и необходимым перенос общих закономерностей систем, изучаемых синергетикой, и в педагогику, прежде всего с целью облегчить в дальнейшем формирование собственных формальных моделей, учитывающих специфику объектов, исследуемых педагогикой.

Варианты применения идеологии синергетики в педагогике

Сейчас в теории педагогики появилось довольно много работ, в которых применимость методов синергетики признается самоочевидной. Другое дело – конкретные способы ее применения – о них практически нет конструктивной

информации. Так, В. Г. Виненко считает, что в педагогической практике настало время использования идеологии синергетики, так как «...бифуркационный механизм развития, в основе которого лежит процесс самоорганизации, чередование хаоса и порядка, является универсальным принципом мироустройства, характерным для систем самого общего вида» [2]. Нельзя не согласиться с этим.

А. Д. Суханов, рассуждая о ценности понятий синергетики для образования, пишет: «По существу она может быть названа эволюционным естествознанием в широком смысле слова» [16]. Он считает синергетику «новым мировидением», «универсальным метаязыком», который поможет «перевести мост» между гуманитарной и естественно-научной компонентами культуры.

Т. С. Назарова и В. С. Шаповаленко, предостерегая от буквального переноса методов синергетики в педагогику, считают: «Неопровержимо лишь то, что при доминировании нелинейных состояний управление системой утрачивается». Их мнение о том, что «цель синергетического подхода в области образования состоит ... в глубоком осмыслении педагогического наследия как творческого синергетического процесса и исключает механистическое его толкование» [11], очень близко к нашему пониманию.

Е. Н. Князева и С. П. Курдюмов придают использованию идей синергетики большое значение при рассмотрении самоорганизации в области творческого мышления. Они считают, что «синергетический подход» в образовании есть восполнение недостающих звеньев, «перевоспитывание целостного образа» [6]. Главным объектом для приложения синергетических знаний они считают учащегося как систему «обучаемую и самообучающуюся», «воспитываемую и самовоспитывающуюся».

В. А. Игнатова считает, что основные понятия синергетики «представляют естественную основу для понимания родства систем разной природы, ... общности механизмов их развития и взаимодействия с другими системами, ... выступают в качестве интеграторов в процессе объединения разных предметных полей...» [5].

Опираясь на отмеченные выше и другие известные варианты применения идеологии синергетики, в настоящей работе сделана попытка обобщить и конкретизировать ее применение на примере естественно-научного образования, области, в которой, на взгляд авторов, существует удобная возможность перехода от общих принципов к их предметной реализации.

Еще один возможный вариант применения идеологии синергетики в педагогике

Следует отметить, что нами рассматриваются два взаимосвязанных объекта применения идеологии синергетики. Первым из них является система естественно-научного образования в ее историческом аспекте, в единстве с определяющим этот аспект генезисом естественных наук и математики. Второй объект – это непрерывное естественно-научное образование как система, имеющая свою особую структуру (ступени, сквозные линии и т. п.).

Кроме общих соображений, позволяющих отнести объект педагогики к классу систем, подлежащих исследованию методами синергетики, необходимо найти эмпирические данные, подтверждающие, что объект, исследуемый педагогией, явно демонстрирует особенности, характерные для данных систем. Как отмечено выше, одной из важнейших закономерностей поведения открытых систем является то, что при достижении критических значений параметров внешнего воздействия на систему, она откликается усложнением своей структуры. Это усложнение является способом решения системой напряженных задач, поставленных перед ней внешним воздействием, с целью восстановления динамического равновесия с окружением. Можно рассматривать наблюдаемый в современных условиях растущий объем информации как внешнее воздействие на объект педагогики. При достижении данным объемом некоторых критических значений происходит усложнение структуры, как научного знания, так и содержания образования. Как показали результаты исследований, это подтверждается историей педагогики и – в более широком смысле – историей человеческой культуры.

Наблюдаемое сейчас «переполнение» информацией происходит далеко не впервые в истории человечества. Например, в конце эмпирического (индуктивного) этапа развития математики в Вавилоне и Египте были накоплены огромные математические знания в виде отдельных, неупорядоченных математических фактов (способ нахождения квадратного корня из числа; способы вычисления площадей и периметров различных фигур, в том числе окружности; соотношение между сторонами прямоугольного треугольника и многие другие). Эти знания представлялись огромными по двум причинам. Первая из них заключается в том, что вычислительные средства были примитивными (отсутствовала позиционная система счисления, таблица умножения и т. д.), вследствие чего вычисления, сопровождающие каждый такой математический факт, занимали непомерно большое количество времени и сил. Вторая причина более серьезна: она заключается в том, что эти факты были разобщены и неупорядочены, так как отсутствовали систематические логические связи между ними.

Окончание эмпирического этапа развития математики и переход к дедуктивному этапу связан с появлением логики как особого структурного элемента математики и других наук. Наибольший вклад в становление логического метода в науке внесли Фалес Милетский (первые теоремы математики), Евклид (аксиоматическое построение геометрии), Аристотель (систематическое изложение логики как науки). Так, первые теоремы в истории человечества доказаны Фалесом Милетским с использованием понятия зеркальной симметрии в качестве первичного дедуктивного понятия. Благодаря этим достижениям наука, которая до того была аморфной грудой фактов, приобрела внутреннюю структуру с выделенным ядром в виде логики. В связи с этим следует отметить, что вершиной логики является аксиоматический метод (Евклид – Аристотель), который сам имеет четкую внутреннюю структуру: базис (первичные дедуктивные понятия

и аксиомы) и способы вывода – ядро метода, а также различные высказывания (леммы, теоремы, производные дедуктивные понятия и т. д.).

На следующем, дедуктивном этапе развития математики возникли новые проблемы и трудности, связанные с критикой позиции Фалеса его последователями. Выяснилось, что:

- первичные дедуктивные понятия, принятые ими в противовес Фалесу, так же являются неопределенными и могут приводить к противоречиям, если их не уточнять;
- аксиомы, связанные с этими понятиями, можно выбирать с определенным произволом (аксиома параллельных прямых), и в зависимости от этого выбора можно получить различные геометрии: Евклида, Лобачевского, Римана [20];
- в любой строгой аксиоматической системе существует утверждение, относительно которого нельзя (методами данной аксиоматической системы) показать логически ни что оно верное, ни что оно неверное (теорема Геделя).

Второй пример подобной ситуации возникает в конце следующего значительного этапа развития математики. Его характеризует высказывание известного историка математики Д. Я. Стройка о том, что к концу XIX века математика представляла собой огромное, хаотически выстроенное здание без какой-либо отчетливой архитектуры. Даже самые опытные математики могли работать в весьма специфических областях математических знаний. Эта дифференциация все росла и уже начинала мешать развитию математики [15]. Сложившаяся ситуация нашла разрешение в знаменитой Эрлангенской программе Феликса Клейна. Ее основная идея состояла в наделении математики четкой внутренней структурой, ядро которой составляет понятие симметрии. Идеи Феликса Клейна сейчас положены в основу построения всей математики, а построение математики с единых позиций – необходимое условие решения противоречий, касающихся ее основ.

В рассмотренных случаях эволюция содержания образования повторяет ход эволюции научного знания, но это, по-видимому, не является обязательным условием. Так, например, таблица умножения Пифагора сыграла важнейшую роль в эволюции содержания образования (она обязательный выделенный структурный элемент современного содержания образования), хотя не является самостоятельным элементом современного научного знания. Мало того, научные знания и содержание естественно-научного образования находятся в сложной связи, для характеристики которой приходится решать задачу о том, что первично: яйцо или курица.

Принимая, что генезис научного знания демонстрирует поведение, характерное для открытых систем, описываемых синергетикой, отведем соотношению объема накопленных знаний и способа их упорядочения и переработки роль внешнего воздействия на процесс передачи социального опыта (в данном контексте – научного). К концу индуктивного периода такое соотношение достигает критического значения и в структуре научного знания появляется новый специализированный элемент – логика. Эрлангенская программа также

является рубежом в развитии математики. Этот рубеж разделяет дедуктивный этап на две части: с хаотичной архитектурой математики и со стройными ее очертаниями. Как и при переходе от индуктивного этапа к дедуктивному роль внешнего воздействия играет соотношение суммы накопленных знаний и способность их организации. При достижении этим соотношением критического значения появляется новый элемент структуры научных знаний – теории групп Феликса Клейна и Сорфуса Ли.

Таким образом, можно утверждать, что в истории науки возникали кризисы, разрешение которых было связано с усложнением структуры научного знания. Так как научные знания являются детерминантой содержания образования, то очевидно, что генезис научного знания проявляется в современной структуре содержания общего образования. Это выражается в том, что, следуя сквозной линии естественно-научного образования, учащийся в ускоренном темпе проходит все этапы исторического развития естественных наук.

Связь структуры содержания современного естественно-научного образования с генезисом науки с точки зрения синергетики

Начальная школа соответствует индуктивному этапу развития науки, когда сумма естественно-научных знаний сравнительно невелика и отражается в содержании двух учебных дисциплин – математики и естествознания. В данном случае на этом этапе сквозной линии имеет место ситуация, аналогичная слитному сосуществованию наук на индуктивном этапе их развития.

Переход к средней школе аналогичен переходу к дедуктивному этапу развития науки, когда логический метод позволил систематизировать большой объем накопленных знаний и привести в дальнейшем к дифференциации различных отраслей естественно-научного знания. Переход к средней школе в современной системе образования также связан с увеличением объема содержания образования и необходимостью его структурирования. Как следствие этого курс «Естествознание», изучаемый в начальных классах, расчленяется на курсы физики, химии, биологии – происходит дифференциация естественно-научного знания по различным направлениям, и содержание сквозной линии естественно-научного образования (В. С. Леднев) распадается на несколько ветвей, соответствующих разным курсам.

По мере увеличения объема изучаемого материала сами курсы распадаются на отдельные дисциплины (расположенные параллельно или последовательно). Между процессами дифференциации поперечного среза содержания естественно-научного образования и ступенями, на которые делится сквозная линия, существует корреляция. Необходимо учитывать, что единую модель описанной разветвленной структуры для различных профессиональных ориентаций в средней школе реализовать трудно. Поэтому в последнее время появилось много профильных учебных заведений: лицеев, гимназий, школ с различными уклонами.

Возрастание дифференциации содержания образования, связанное с профилизацией, начинается в старших классах. При этом структура содержания образования вновь усложняется, а сквозные линии испытывают дальнейшее дробление, с продолжением данного процесса в вузе. Это приводит к рассогласованию элементов структуры содержания образования [7]. В рамках рассматриваемой нами аналогии между развертыванием сквозной линии естественно-научного образования и эволюцией научного знания такая же ситуация (связанная с усложнением структуры) имела место в точных науках конца XIX – середины XX в. Организация новой структуры в математике связана с появлением Эрлангенской программы Ф. Клейна, в физике это нашло выражение, например, в трактовке Е. Вигнером структуры области научных знаний как иерархической.

Таким образом, на основании анализа истории науки и образования можно утверждать, что возникавшие кризисы «переполнения информацией» разрешались посредством появления нового элемента области научных знаний и одновременно, как правило, появления нового специализированного элемента содержания образования, т. е. посредством усложнения структуры этих объектов. Мы полагаем, что эта закономерность справедлива и сейчас.

Многие ведущие педагоги-исследователи (В. И. Загвязинский, В. С. Леднев, А. В. Усова и др.) придерживаются мнения о наличии существенных трудностей в системе естественно-научного образования, выражающихся в рассогласовании его содержания как «вдоль» сквозной линии естественно-научного образования, так и «поперек». Продолжая рассуждения, можно предположить, что очередное усложнение структуры естественно-научного образования, разрешающее эти трудности, связанные с «пересыщением» информацией, должно проявиться появлением в системе непрерывного образования нового элемента, согласующего его содержание. При этом согласование реализуется как на межцикловом уровне, так и между ступенями образования, в том числе общего и профессионального образования. Такое изменение способно осуществить необходимое согласование без коренной перестройки исторически устоявшейся структуры и содержания непрерывного естественно-научного образования.

По нашему мнению, решение этой проблемы должно строиться на основании подхода, общего для всех открытых систем. После прохождения критической точки система естественно-научного образования должна измениться, откликнувшись на возрастающее внешнее воздействие усложнением своей структуры, аналогично тому, как это произошло в математике и происходит в области других точных наук. Возможный характер нового структурного элемента сквозной линии естественно-научного образования описан в работах авторов [3, 17]. Следует отметить, что понятие сквозной линии нуждается в определенной модификации, учитывающей, что сама сквозная линия имеет сложную внутреннюю структуру, для описания которой, возможно, требуется не традиционный математический аппарат.

Заключение

На основании применения идеологии синергетики предлагается ввести в качестве нового структурного элемента, позволяющего системе непрерывного естественно-научного образования «приспособиться» к непрестанному росту объема информации, интегративную дисциплину «Естествознание», принципы построения которой описаны авторами в прежних работах [3, 17].

Введение данной дисциплины позволяет решить ряд проблем. Рассмотрим теоретическую составляющую содержания общего естественно-научного образования. Она разбита на ряд исторически сложившихся стадий и пронизывается сквозными линиями учебных предметов. Это и есть структура теоретического школьного (среднего) образования, которую обычно рассматривают [8]. При этом предполагается, что ее поперечное сечение на протяжении определенной ступени школьного обучения состоит из одного и того же набора сквозных линий. Часть структуры теоретического образования приведена на рис. 1.

Математика	Математика	Математика
Естествознание	Физика	Физика
	Химия	Химия
	Биология	Биология
Начальная ступень	Средняя ступень	Старшая ступень

Рис. 1. Фрагмент общепринятой структуры содержания образования

При таком описании структуры теоретического образования невозможно говорить о процессах одновременной дифференциации и интеграции структурных единиц, хотя объективно существует потребность в реализации обеих этих тенденций в пределах одного временного интервала. Такая потребность, с одной стороны, выражается в появлении структурных элементов, позволяющих реализовать обобщение в пределах одного урока, темы, дисциплины и даже набора дисциплин, с другой стороны, она же проявляется в непрекращающихся попытках слияния и разделения естественно-научных дисциплин.

Приложение идеологии синергетики к непрерывному естественно-научному образованию позволяет создать новую структуру, учитывающую равновесие процессов дифференциации и интеграции, т. е. их синтез, путем введения на определенных этапах дисциплины «Естествознание». При этом не предполагается ее сквозной характер даже в пределах одной ступени. Вводимая дисциплина локализована по времени в конце ступени.

В общеобразовательной школе такую дисциплину целесообразно разместить на стыке среднего и старшего звена, то есть проводить занятия в течение одного года по одному часу в неделю. При таком подходе дифференциация

сквозных предметов только усиливается. На рис. 2 приведена схема, позволяющая учесть совместность процессов интеграции и дифференциации содержания образования. При этом «Естествознание 2» состоит из того же набора сквозных предметов (математики, физики, химии, биологии), из которого состоят сами ступени, но эти предметы рассматриваются только под углом зрения их сходства и различия. «Естествознание 2» не прерывает линии сквозных предметов, хотя и отнимает у них некоторую часть учебного времени. Отметим, что эта дисциплина не простирается на весь период образовательной ступени. Приведенная схема не является конкретным решением, а лишь иллюстрирует суть подхода.

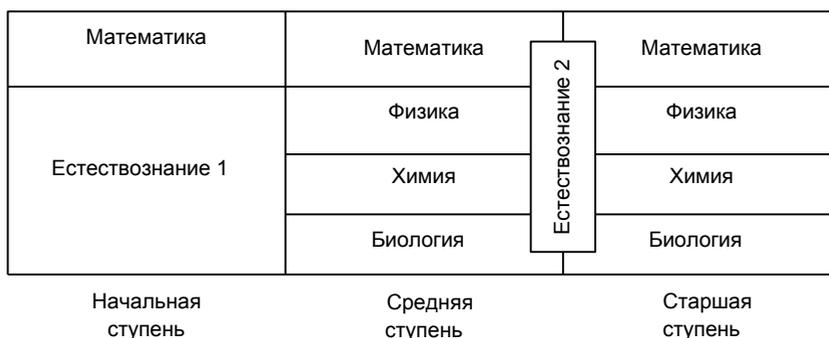


Рис. 2. Предлагаемая структура рассматриваемого фрагмента содержания образования

Другой проблемой, которая может быть решена введением локального курса «Естествознание», является «разведение» задач отбора содержания сквозных предметов и данной дисциплины. В настоящее время, отбирая содержание сквозных предметов, пытаются решить две противоположные задачи: сформировать навыки и умения осуществления деятельности в рамках данного предмета и научить ориентироваться в широком круге проблем, с которыми может быть связана эта деятельность. Очевидно, что формировать навыки и умения осуществления некоторой деятельности целесообразнее на узком, легко обозреваемом поле. А ориентация требует обозрения широкого поля. Пренебрежение различием этих аспектов деятельности при обучении приводит в настоящее время к неоправданному переполнению учебных программ сквозных предметов. Мотивом для этого обычно служит обывательское мнение о том, что современный грамотный человек не может не знать.... Конец этой фразы каждый из специалистов-предметников заполняет по своему произволу.

Эффективность введения локальных обобщающих пропедевтических дисциплин наряду со сквозными курсами связана с возможностью сокращения суммарного содержания учебного материала. Это является перспективой. На данный момент курс «Естествознание», составленный с учетом применения идеологии синергетики, читается на гуманитарных факультетах РГППУ, где его

одного достаточно для решения задач естественно-научного образования гуманитариев.

Перенос идеологии синергетики в область педагогики можно мыслить в отношении различных объектов: ученик, класс, учитель, ... педагогическая система. Подчеркнем, что в данной работе объектом приложения идеологии синергетики является педагогическая система (часть социума, реализующая педагогический процесс в его историческом развертывании). Как указано выше, возможны три варианта применения идеологии синергетики: два первых используются при описании открытых термодинамических систем и при исследовании нетермодинамических систем (экологических, экономических, социальных), которые описываются нелинейными дифференциальными уравнениями того же вида, что и открытые термодинамические системы, изучаемые синергетикой. Третий вариант – это применение общих закономерностей поведения систем, описываемых в первых двух случаях к новой системе, демонстрирующей аналогичное поведение, которое, однако, не имеет (пока) адекватной математической модели. Выбранный нами объект и его «отражение» – научное знание, являющееся детерминантой содержания естественно-научного образования [8], дают эмпирический материал, позволяющий утверждать, что он подчиняется основным закономерностям, выделенным синергетикой [19].

В настоящей работе не ставилась задача анализа с позиций синергетики таких педагогических объектов, как учащийся, класс, школьный коллектив и т. п., так как обоснование применения идеологии синергетики для них нам не известно. Речь не идет также и о построении учебного процесса в соответствии с некоторым «синергетическим подходом» и, тем более, о включении элементов научной дисциплины «Синергетика» в учебный процесс. Ставилась более конкретная задача: показать на материале истории развития естественно-научного знания и исторически сложившейся структуре содержания образования возможность их адекватного описания с позиций, выработанных в рамках синергетики.

Если вернуться к вопросу о возникающих в перспективе возможностях реформирования традиционной структуры образования вообще, а не только естественно-научного, то представляется, что применение идеологии синергетики может служить методологической основой для прогнозирования возникновения критических ситуаций. Как показано выше, применение идеологии синергетики может позволить создать ситуацию осмысленного и гибкого выбора оптимальных вариантов преодоления кризисов, подобно тому, как это предложено для непрерывного естественно-научного образования.

Литература

1. Буданов В. Г. Концепция естественно-научного образования гуманитариев: эволюционно-синергетический подход // Высшее образование в России, 1994. – № 4. – С. 16–21.

2. Виненко В. Г. Синергетика в школе // Педагогика, 1997. – № 2. – С. 55–60.
3. Гапонцева М. Г. Интегративный подход в содержании непрерывного естественно-научного образования. Дисс. ... канд. пед. наук. – Екатеринбург, 2002. – 206 с.
4. Зеер Э. Ф. Профессионально-образовательное пространство личности: синергетический подход // Образование и наука: Изв. Урал. отд. РАО, 2003. – № 5. – С. 79–90.
5. Игнатова В. А. Интегрированные учебные курсы как средство формирования экологической культуры учащихся. Автореф. дисс. ... докт. пед. наук. Тюмень, 1999. – 46 с.
6. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Антропный принцип в синергетике // Вопросы философии, 1997. – № 3.
7. Кубрушко П. Ф. Содержание профессионально-педагогического образования. – М.: Высш. шк., 2001. – 236 с.
8. Леднев В. С. Содержание образования: сущность, структура, перспективы. – М.: Высш. шк., 1991. – 224 с.
9. Моисеева Л. В. Региональное экологическое образование: Теория и практика: Дисс. ... докт. пед. наук / Урал. гос. проф.-пед. ун-т. – Екатеринбург, 1997. – 376 с.
10. Моисеева Т. В. Оптимизация ориентировочной учебно-познавательной деятельности студентов технического университета: Автореф. дисс. ... канд. пед. наук / Волжский гос. инж.-пед. ин-т. – Нижний Новгород, 2001. – 23 с.
11. Назарова Т. С., Шаповаленко В. С. «Синергетический синдром» в педагогике // Педагогика, 2001. – № 9. – С. 25–33.
12. Педагогика: педагогические теории, системы, технологии: Учеб. для студ. высш. и сред. пед. учеб. заведений / С. А. Смирнов, И. Б. Котова, Е. Н. Шиянов и др.; Под ред. С. А. Смирнова. – М.: Издат. центр «Академия», 2000. – 512 с.
13. Сериков С. Г. Отбор содержания экологического образования в техническом вузе на основе системного подхода: Дисс. ... канд. пед. наук. – Екатеринбург, 1996. – 180 с.
14. Сериков Г. Н. Управление образованием. Системная интерпретация: Монография. – Челябинск: Факел, 1998. – 664 с.
15. Стройк Д. Я. Краткий очерк истории математики. – М.: Наука, 1969. – 328 с.
16. Суханов А. Д. Целостность естественно-научного образования // Высшее образование в России, 1994. – № 4. – С. 49–53.
17. Ткаченко Е. В., Гапонцева М. Г., Гапонцев В. Л., Федоров В. А. Курс «Естествознание» как интегрирующий фактор непрерывного образования // Образование и наука: Изв. Урал. отд. РАО, 2001. – № 3. – С. 3–18.
18. Хакен Г. Синергетика. – М.: Мир, 1980. – 404 с.

19. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах. – М.: Мир, 1979. – 280 с.

20. Яглом И. М. Математические структуры и математическое моделирование. – М.: Наука, 1980. – 227 с.

РАЗМЫШЛЕНИЯ О СИНЕРГЕТИКЕ В ПЕДАГОГИКЕ

Н. А. Алексеев

Появление любой новой методологии осмысления или структурирования научного знания практически с обязательностью примеряется каждой наукой на себя. Это обеспечивает новое видение, обеспечивает возможности прогнозирования и развития определенной предметной области. Однако случаются и варианты механистического переноса новой методологии в свою область, что создает видимость «большей» наукообразности, но содержательно практически ничего не развивает. Отчасти это происходит не потому, что новая методология не может работать в новой области, а из-за неправильного выделения объекта ее приложения в данной области.

Сегодня «на слуху» синергетика. И различные авторы пытаются привлечь ее понятийный аппарат, методологию в том числе, и в педагогику. Думается, что в целом это не бесполезная работа, но некоторые ее моменты требуют детального и более тщательного обсуждения.

1. Из синергетики заимствуется прежде всего то, что она имеет дело с открытыми саморазвивающимися системами (и в каждой предметной области таковые находятся), которые трактуются достаточно широко: это любой объект, взаимодействующий с внешним для него миром, который влияет на объект, изменяя его структуру и содержание по особым закономерностям. Сюда попадают и классические термодинамические системы, а сегодня – и информационные системы.

Нам представляется важным обратить внимание на следующее. Несколько огрубляя, мы можем считать, что термодинамические системы действуют в рамках физико-химических объективных закономерностей (проблемы биологической самоорганизации мы пока оставляем в стороне). Информационные системы предполагают субъектов их использования (при создании или восприятии), и поэтому их функционирование и развитие носит, на наш взгляд, принципиально иной характер, связанный с субъективностью.

Казалось бы, речь идет о простом усложнении связей системы со средой. Однако, на наш взгляд, дело прежде всего в изменении способов детерминации развития систем, изменения их структур: в случае термодинамических систем они остаются классическими причинно-следственными, во втором случае – они становятся генетически-телеологическими, т. е. обусловленными как прошлым, так и будущим, которое определяется во многом субъективно.