

## НЕОБХОДИМОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНОГО СПОСОБА МЫШЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Рассматриваются вопросы формирования нелинейного мышления у студентов при переходе высшей школы на новые инновационные технологии обучения.

*Ключевые слова:* синергетика, нелинейные процессы, хаос, диссипативные структуры, самоорганизация, нелинейное мышление, синергетическая концепция развития науки и высшей школы.

В начале XX в. восприятие картины мира исходило из представлений о линейности, определенности и однозначности причинно-следственных связей, редукции любого сложного явления процесса или объекта, которых можно свести к сумме более простых исходных компонентов или частей. Это понимание мира потерпело окончательное поражение, что обнаружилось почти во всех отраслях науки<sup>1</sup>.

Так, в науке XIX и начале XX в. господствовало убеждение, что материи изначально присуща тенденция к разрушению всякой упорядоченности и стремление к исходному равновесию. Например, физика изучала главным образом структуру и свойства объекта, наиболее существенные взаимосвязи между его отдельными элементами. К описанию большинства объектов природы не всегда применимы линейные модели и представления, ибо мир является неделимым целым, сетью отношений, взаимосвязанных явлений и процессов, которые познать и описать адекватно методами классических наук не представлялось возможным. Классическая наука не могла объяснить, как из порядка возникает хаос, чем обусловлены взрывы звезд, разрушение планет, старение и смерть организмов. Как получается, что система самопроизвольно переходит из

состояния порядка в состояние хаоса? Как и за счет чего происходит самоорганизация материи и пр.<sup>2</sup>

Этими вопросами задавались ученые из разных областей науки и естествознания, поскольку разработанные классической наукой познавательные модели не могли дать на них ответа.

Другая важнейшая причина поиска нового подхода к изучению представлений о материальном мире лежит в области современной техники – проблем разработки средств получения, хранения и передачи информации, создания различных систем управления, регулирования и т. д.

В числе первых научных дисциплин, поставивших эту проблему, стали экономика, биология, психология и лингвистика. В процессе разрешения этой проблемы стала формироваться новая неклассическая наука. Объектами исследования новой науки стали процессы развития, общие принципы самоорганизации и эволюции сложных систем разной природы, специфические особенности смены фазовых состояний нелинейных процессов. Все это было объединено в междисциплинарном направлении, которое получило название «синергетика».

Термин «синергетика» был введен в научный обиход более ста лет назад английским физиологом Ч.С. Шеррингтоном. Однако приоритет в разработке системы понятий, описывающих механизмы самоорганизации и процессы развития в мире, принадлежит немецкому физику Г. Хакену<sup>3</sup>.

Синергетика (от греч. *synergetike* – «сотрудничество, совместное действие») изучает общие принципы и закономерности, лежащие в основе процессов самоорганизации в системах различной природы<sup>4</sup>.

Синергетические системы характеризуются открытостью, неустойчивостью, бифуркациями, нелинейностью причинно-следственных связей, фрактальностью, корпоративными движениями и самоорганизацией пространственно-временных диссипативных метаструктур<sup>5</sup>, наличием у них петель с положительной обратной связью.

Синергетика исследует особые состояния сложных самоорганизующихся систем в области неустойчивого равновесия, точнее рассматривает динамику самоорганизации вблизи точек бифуркации, когда даже малое воздействие может привести к непредсказуемому, быстрому, «лавинообразному» развитию процесса<sup>6</sup>.

Процессы, происходящие в нелинейных системах, часто носят неустойчивый характер: при плавном изменении внешних условий поведение системы меняется скачком. В состояниях, далеких от равновесия, очень слабые возмущения могут усиливаться

до гигантских волн, разрушающих сложившуюся структуру и способствующих ее радикальному качественному изменению. В результате их действия в системе появляются неустойчивости, которые могут служить толчком для возникновения из хаоса зародышей новых структур, которые при благоприятных условиях будут переходить во все более упорядоченные и устойчивые. Их самопроизвольное образование происходит за счет внутренней перестройки системы и синхронного кооперативного взаимодействия ее элементов. Это явление и получило название самоорганизации. Отметим два фундаментальных свойства синергетических систем любой природы:

- обязательный обмен с внешней средой энергией, веществом и информацией;
- взаимодействие, т. е. когерентность поведения между компонентами системы<sup>7</sup>.

Из этого следует важный вывод: в нелинейных системах необходимо учитывать не только **пространственный**, но и *пространственно-временной аспект* формируемых *структур самоорганизации и нового порядка*.

В основе новой синергетической картины мира лежат следующие утверждения.

1. Случайность и неопределенность выступают как неотъемлемые свойства не только микромира и макромира, но и всего мироздания.

2. Понятие хаоса в синергетике отлично от классического представления беспорядка.

3. Хаос, связанный со случайным отклонением отдельных параметров системы от некоторого среднего значения, имеет активное начало.

4. В подходящих условиях даже малая флуктуация одного из параметров может привести к новому структурированию всей системы, т. е. к новому порядку, к новому ее качеству.

5. Переходы между полосами порядка и хаоса происходят в результате процессов самоорганизации.

6. В точках бифуркации перед самоорганизующейся системой открывается множество вариантов путей развития.

7. В точках бифуркаций возникает множество диссипативных динамических микроструктур – прообразов будущих состояний системы.

Синергетика играет важную роль в инновационных исследованиях высшей школы<sup>8</sup>. Одним из направлений этих исследований является решение проблемы формирования у студентов **нелинейного способа мышления**.

Кризис современного образования явился во многом результатом того, что эта связь не была должным образом учтена. Поэтому часто возникало отчуждение между естественно-научной, технической и гуманитарной составляющими высшего образования. Неизбежным следствием явились **фрагментарность** в осознании окружающего мира<sup>9</sup> и, частности, неадекватность в понимании роли хаоса, в реакции на разрушительные тенденции в современном мире.

Современный взгляд на проблему образования состоит в глубоком понимании целостности фундаментального естественнонаучного, технического и гуманитарного образования<sup>10</sup>. Поэтому переход в обучении на целостную **синергетическую концепцию** требует внесения принципиальных изменений в программы фундаментального естественно-научного, технического и гуманитарного образования.

Так, в существующие программы по математике, фактически отражающие ее уровень XIX в., необходимо ввести дисциплины «Синергетика», «Основы нелинейной математики», «Теория катастроф», в которых рассматриваются бифуркации, фракталы, странные аттракторы, солитоны, устойчивость и т. д. В программы по физике требуется ввести темы: «Время и эволюция», «Порядок из хаоса» и т. д. По математике, физике и дисциплинам всех учебных направлений необходимо подготовить принципиально новые учебные пособия, опирающиеся на синергетический подход, понятийный аппарат и язык аттракторов (инвариантов).

Этот язык определяет системную сторону *постклассической науки* и устанавливает ее глубокую связь с фундаментальными принципами самоорганизации диссипативных структур, рассматриваемых в современном естествознании в соответствующих предметных областях. Необходимо подчеркнуть, что на основе рассмотрения новой *синергетической методологии* появился шанс коренного изменения сути и содержания учебного процесса, а не перестройки «старых форм».

Весьма интересным следствием введения в образование новой синергетической методологии будет формирование у студентов нелинейного мышления и повышение плотности получаемых студентами знаний за один час учебного времени.

Учебный процесс, организованный на основе новой методологии нелинейного мышления, будет освобожден от пустой траты времени на рассмотрение громадного числа «частных случаев», которые в изобилии содержатся в различных прикладных науках и, как следствие, переносятся в учебную практику большинства университетов.

Следует отметить, что в ряде зарубежных и российских вузов, например в Штутгартском университете в Германии, в МГУ, МФТИ в России и др., стали понимать, насколько важна роль *синергетического подхода* в подготовке специалистов нового поколения. Современные вузы стали включать элементы синергетического подхода в учебный процесс. Казавшиеся многие годы бесперспективными попытки поиска унифицирующих научных принципов неожиданно получили эффективное решение в форме новой нелинейной синергетической парадигмы для современного гуманитарного и математического знания. Методы синергетики таят в себе необычно богатые возможности с точки зрения современного образовательного процесса, который формируется в связке с наукой. Новая методологическая основа естественно-научного и гуманитарного образования рекомендована в качестве единой унифицирующей научной основы «Государственного образовательного стандарта России» по циклу фундаментальных дисциплин по всем техническим и гуманитарным специальностям вуза.

Главная задача системно-нелинейного, синергетического управления в экономике, науке и образовании заключается в адекватном описании топологии областей экономических, научных и образовательных аттракторов как центров диссипативного структурного образования соответственно для экономической, социальной, научной и образовательной реальности.

Блок дисциплин синергетики и системного анализа – новое *междисциплинарное* направление, необходимое для формирования современного гуманитарного, экономического и естественно-научного образования. В него могут войти, например, такие дисциплины:

Синергетика. Нелинейная физика. Неравновесная термодинамика. Нелинейная статистическая физика. Основы нелинейной динамики. Теория устойчивости. Теория бифуркаций. Теория катастроф. Теория самоорганизации. Основы теории нелинейных систем. Риск-менеджмент. Стратегический менеджмент. Антикризисное управление. Технологии устойчивого экономического развития. Концепции современного естествознания. Теория информации и самоорганизации. Хаос и порядок. Теория хаоса. Теория сложных систем. Нелинейный компьютерный анализ. Основы теории нелинейных систем. Синергетическая теория управления. Самоорганизация социальных, биологических и экологических систем. Синергетика экономических и социальных процессов. Философские проблемы синергетики и др.

В зависимости от сложившихся традиций и особенностей современного вуза перечень дисциплин может меняться или конкретизироваться. Но совершенно очевидно, что назрела потребность перехода к новой концепции высшего образования.

Что предстоит сделать в первую очередь для ее реализации в высшей школе?

1. Определиться с перечнем дисциплин при подготовке студентов по специальностям.

2. Определиться с темами курсовых и дипломных работ.

3. Организовать и провести студенческие и профессорско-преподавательские конференции, связанные с тематикой синергетического подхода.

4. Сформировать темы научных исследований по различным направлениям синергетики.

5. Приступить к формированию Единого фонда перспективных разработок, проводимых для развития *синергетической концепции* высшего образования.

Кроме того, для эффективного достижения намеченных целей необходима разработка новых математических инструментов при проведении нелинейного синергетического анализа. Поэтому мы можем сослаться на один из инструментов – нелинейную алгебру и арифметику<sup>11</sup>.

В заключение отметим, что имеется определенный «задел» научных разработок по этому направлению:

- по нелинейной экономической динамике;
- по теории хаоса;
- по нелинейным системам;
- по нелинейному компьютерному анализу.

Результаты этих разработок<sup>12</sup> уже используются в учебном процессе отдельных университетов с 2013 г.

#### Примечания

---

<sup>1</sup> Моисеев Н.Н. Алгоритмы развития. М.: Наука, 1987.

<sup>2</sup> Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М.: Прогресс, 1986.

<sup>3</sup> Герман Хакен – профессор Штутгартского университета и директор Института теоретической физики и синергетики. Доклад «Кооперативные явления в сильно неравновесных нефизических системах» (1973).

<sup>4</sup> Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, 1980.

<sup>5</sup> Под понятием «диссипативная метаструктура» мы понимаем расширение понятия «диссипативная структура», которое было введено в науку Пригожиным. Добавив в него приставку «мета-», мы тем самым подчеркиваем, что это понятие связано с диссипативной структурой самоорганизации.

- <sup>6</sup> *Бастрон А.А., Подшивалов Г.К.* Синергетическая концепция развития науки и высшей школы // Управление риском. 2014. № 10–11. С. 66–78.
- <sup>7</sup> *Подшивалов Г.К.* Теория нелинейных систем и нелинейный компьютерный анализ: Учеб.-метод. пособие. М.: Lambert Academic Publishing, 2014.
- <sup>8</sup> *Бальхин Г.А.* Интеграция науки и образования в контексте приоритетного национального проекта «Образование» – путь к инновационному развитию России // Высшее образование сегодня. 2006. № 7. С. 2–5.
- <sup>9</sup> *Белгородский В.С.* Роль инновационного образования в развитии российского общества // Философия образования. 2007. № 2. С. 22–27.
- <sup>10</sup> *Березанская Н.Б.* Инновации в образовании или инновационное образование // Инновации. 2008. № 10. С. 99–102.
- <sup>11</sup> *Подшивалов Г.К.* Нелинейная алгебра и арифметика объектов синергетических систем // Управление риском. 2013. № 3. С. 12–32.
- <sup>12</sup> *Подшивалов Г.К.* Методологические основы, методика и инструментарий для измерения хаоса. М.: Социум, 2010; *Он же.* Методологические основы и инструменты оценки прогнозных сценариев и решений. М.: МАТГР, 2010; *Он же.* Методологические основы и инструменты стратегического выбора. М.: ПАЛЕОТИП, 2011; *Он же.* Целостная информационная технология стратегического выбора: на примере расчета целевой инвестиционной программы строительства жилья для молодежи. М.: МАТГР, 2011; *Podshivalov G.K.* Holistic information technology of strategic choice for sustainable economic development: mathematical and tool methods of economy. М.: Социум, 2012; *Подшивалов Г.К.* Целостная информационная технология устойчивого экономического развития. Математические методы и инструменты в экономике. М.: МГИИТ, 2013; *Он же.* Нелинейная алгебра и арифметика объектов...; *Он же.* Теория нелинейных систем...; *Он же.* Стратегический выбор экономического развития: Учеб.-метод. пособие. М.: Lambert Academic Publishing, 2014.