

Синергетический ПОДХОД В ИННОВАЦИОННОМ образовании

Московский государственный институт электронной техники
(технический университет)

Егурнов Л.Л.



Егурнов Л.Л.

В статье нашло отражение место синергетического подхода в системе инновационного (инженерного и инженерно-экономического) образования. В образовательном процессе должны, прежде всего, фигурировать такие научные знания, образовательные технологии, которые способны использовать достижения кибернетики и синергетики, позволяющие использовать механизмы самоорганизации. Реформа образования должна быть связана с кардинальным расширением понятия фундаментальности образования, дающего целостное видение природы и общества в контексте междисциплинарного подхода.

Обеспечение восприятия современной научной картины мира требует

Реформа образования должна быть связана с кардинальным расширением понятия фундаментальности образования, дающего целостное видение природы и общества в контексте междисциплинарного подхода, в котором одной из наибольших проблем является проблема единства обществознания и естествознания.

инноваций в содержании образования и его структуре. В образовательном процессе должны, прежде всего, фигурировать такие научные знания, образовательные технологии и методики, которые способны отражать фундаментальные моменты процесса интеграции и дифференциации в науке, использовать достижения кибернетики и синергетики, возникающие на стыках наук и позволяющих выходить на системный уровень познания действительности, использовать механизмы самоорганизации явлений и процессов.

Первостепенную роль здесь должны играть междисциплинарные курсы, которые содержат наиболее фундаментальные знания, являющиеся базой быстрой адаптации к новым специальностям и специализациям, которые являются теоретической основой широкого развер-

тивания прикладных исследований. Речь идет о таких знаниях, которые способны формировать целостный взгляд на современный мир и место человека в нем и позволяют преодолеть предметную разобщенность.

Научное дисциплинарное знание возникает, как проекция научного метода на определенную сферу предметной деятельности, первоначально в области естествознания.

В Началах термодинамики заключены три фундаментальных раздела: механика, оптика, теплота. Это базовые разделы классической физики, объясняющей доступную человеку область явлений. Произошла внутренняя дифференцировка механики Ньютона по основанию различных методов и сфер приложения, возникают: механика теоретическая, небесная механика, механика абсолютно твердого тела, механика сплошных сред, механика машин и механизмов, сопротивление материалов и т.д. Это и по сей день составляет значительную часть инженерных знаний. Оптика обнаруживает единство природы с кругом электромагнитных явлений. Для восприятия электромагнитного поля (за исключением световых частот) человек не имеет органов чувств, поэтому концепция электромагнитного поля стала переходом в область неклассической физики.

Дисциплинарное содержание классической физики успешно обслуживает многие инженерные дисциплины и объясняет наши чувственные образы внешнего мира.

В любой многодисциплинарной науке возникает процедура междисциплинарного согласования. И когда основания дисциплин вступают в противоречие, возникает граница согласования, принципиальный разлом целостности научного описания. Его преодоление

возможно за счет создания новой дисциплинарной картины, обладающей большей размерностью, но совпадающей с прежней эмпирической реальностью в областях, ранее объяснимых (принцип соответствия). Так рождается новая парадигма. Процесс согласования дисциплин неклассической физики постоянно продолжается и поставляет современные технологии.

Современная наука все больше внимания обращает на сверхсложные системы, поскольку фундаментальный уровень мира уходит за границы экспериментальной проверяемости гипотез. Все более актуальны задачи преодоления кризисов развития биосферы и общества. Все это предмет очередного уровня развития науки - синергетики.

Сегодня биосфера и общество переживают общесистемный кризис. Численность населения достигла биосферных границ и испытывает нелинейную реакцию биосферы на свою экспансию.

"Эпоха бифуркаций" порождена интерференцией многих циклических социокультурных процессов на неустойчивой границе экстенсивного развития техногенной цивилизации. Общесистемный кризис характеризуется ростом объема информации в режиме с обострением и порождает фрагментарность восприятия мира, напряженность в отношениях человека и природы. В этих условиях традиционные подходы в образовании только усугубляют ситуацию.

Для разработки стратегий развития в условиях хаотичности, неопределенности быстро меняющейся среды необходимы новые стратегии образования, новый трансдисциплинарный метаязык горизонтальных связей, аналогичный символическому языку принципов донучного знания, философского и традиционного, но с учетом накопленного

опыта. Целостность знания, как доминанта новой фундаментальной парадигмы образования, должна разрешить проблему двух культур, восстановить гармонию отношений человека и природы [1].

Методология междисциплинарного подхода - это горизонтальная, трансдисциплинарная связь реальности, в отличие от вертикальной причинно-следственной связи дисциплинарной методологии. Дисциплинарный подход решает конкретную задачу, возникшую в историческом контексте развития предмета. Ему противоположен междисциплинарный подход, когда под данный универсальный метод ищутся задачи, решаемые им в различных областях человеческой деятельности [2].

Синергетика - междисциплинарное направление науки, исследующее механизмы эволюции, самоорганизации и "управления" хаосом [3]. Акцент переносится с изучения положений равновесия на изучение состояний неустойчивости, механизмов возникновения нового, рождения и перестройки структур [4]. Традиционный подход к исследованию сложных систем представляет преимущественно рациональный способ постижения мира, синергетический подход, основанный на идее самоорганизации, предстает как интуитивный, ассоциативно-образный. Их диалектическое единство заключается в том, что не один из них не является самодостаточным и, следовательно, не сможет всегда развиваться без привлечения методов другого.

В этой связи важной задачей является разработка новых курсов преподавания естествознания, не в виде механического соединения традиционных курсов физики, химии и биологии, но являющегося продуктом междисциплинарного синтеза на основе комплексного фи-

лософского, исторического и эволюционного, кибернетического и синергетического подходов к естествознанию [5].

Кризис современной системы образования, как часть глобального кризиса, в т.ч. обусловлен ориентацией на дисциплинарный подход, жесткое разграничение гуманитарных и естественнонаучных дисциплин. Следствием этого являются не только фрагментарность видения реальности, но и ее деформация, что в условиях нарождающегося постиндустриального информационного общества не позволяет адекватно реагировать на обостряющийся экологический кризис, нестабильность общественных и экономических ситуаций.

Понятие самоорганизации возникло в результате обобщения таких понятий, как самовоспроизведение, самообучение, саморазвитие, и т.п. Практические результаты в исследовании принципов самоорганизации появились с развитием кибернетики и в дальнейшем синергетики.

Теория кибернетических систем позволила в существенной мере обеспечить реализацию совокупного действия принципа развития и принципа единства мира в плане взаимосвязи принципов самоорганизации и управления применительно к системам организованной сложности.

Результатом использования кибернетических методов явилось создание систем, обнаруживающих разумное поведение. В связи с этим в мир машин, усиливающих некоторые способности человека, были внесены понятия, ранее применимые только к человеку (целенаправленность, активность, самообучение, саморазвитие, самоорганизация и др.). Уточнение содержания этих понятий было необходимым для построения теории самоорганизующихся систем. Особо

важным стал анализ некоторых общенаучных понятий (информация, организация и т.п.), которые уточняют содержание некоторых философских категорий (отражение, форма, устойчивость и др.). Возникновение кибернетики, методологическая функция открываемых ей принципов свидетельствуют об обобщении специального знания до уровня методологически значимых категорий.

Понятие управления (основное понятие кибернетики) неразрывно связано с самоорганизацией и организацией. Самоорганизующая активность, вероятностная детерминация - понятия и принципы самоорганизации, исследование которых стало важным фактором оптимизации структур различной природы. В связи с этим особо важное значение приобретает рассмотрение понятий самоорганизации и организации, исследование механизмов внутренней активности, позволяющих системе приобретать достоверную информацию в процессе адаптации к изменяющимся условиям среды, подчиняя последнюю своим внутренним целям.

В условиях однозначности причины и следствия от управления требуется лишь эффективно "встроить" свою организацию в среду и обеспечить ее устойчивое функционирование, но в хаотичной среде неопределенность делает малопродуктивным управление по типу "стимул - реакция".

В этих условиях необходимо, чтобы темпы роста знаний организации об окружающем мире были не ниже темпов происходящих в ней изменений [см.6]. Эта задача не может быть решена традиционными методами, основанными на планировании развития, нацеленном на приспособлении к среде.

Исследование поведения сложных организационных систем должно фор-

мировать познающую, самообучающуюся, а потому и самоорганизующуюся систему.

Идея построения обучающихся систем получила развитие в теории адаптации, распознавания образов, теории автоматов, искусственного интеллекта и др. и оказалась плодотворной для разработки теории и практики управления. Обучение рассматривается как процесс восприятия, накопления, хранения и использования информации, который и обеспечивает адаптацию систем к внешним условиям и адекватную реакцию на их изменения: "в общем, справедливо будет сказать, что развивающаяся система закрыта для информации, хотя, конечно, не для энергии, в то время как сущность обучающейся системы в том, что она открыта для информации, поступающей от окружающей среды" [7]. Под адаптацией понимается "ненаправленный поиск или случайный выбор" [8], в то время как развитие выходит за границы адаптации и включает в себя обучение. При этом сама адаптация может быть различной. У.Р. Эшби отмечает, что процесс организации может осуществляться как на базе адаптации первого типа, когда происходит перестройка структуры системы или изменение условий ее функционирования, так и на основе адаптации второго типа, то есть изменений в рамках сложившейся структуры [9]. Адаптация первого типа фактически здесь не отличается от развития, а сама организация в этом случае является динамичной, поскольку в ней постоянно происходит своего рода отбор, саморегулирование, вследствие чего сохраняются лишь те свойства и связи, которые обеспечивают успешное функционирование системы в определенном диапазоне изменения внешней среды. При этом, чем большее число различных факторов влияет на

систему и должно учитываться ею и чем более широк диапазон изменений каждого из факторов, тем сложнее должна быть организована деятельность системы. Это положение прямо коррелирует с законом необходимого разнообразия.

В современном мире, для которого характерен рост сложности и неопределенности, многие организации зачастую теряют цель, не могут быстро адаптироваться к динамизму и стремительным изменениям среды.

А живые организмы, обладая способностью обучаться как в онтогенетическом, так и в филогенетическом смысле, обнаруживают значительно большую пластичность и гибкость, приспособляемость к изменениям окружающей среды [10]. Для высших живых организмов обучение - более сложный процесс, чем просто восприятие и накопление информации.

Наиболее общая проблема теории обучения состоит в том, чтобы выявить и осознать, какие изменения происходят в самой системе в процессе обучения, как расширяются ее способности в освоении новой информации.

Подобный подход к управлению организациями приводит к понятию обучающейся организации, которая в процессе функционирования постоянно изменяется сама, расширяет свои возможности и способности взаимодействовать с окружающей средой и быстро адаптироваться к постоянно меняющимся внешним и внутренним условиям.

Самообучающаяся организация имеет характеристики, аналогичные сложным адаптивным живым системам. Это высокодецентрализованные системы, в которых при любом числе процессов принятия решений на локальном уровне сохраняется порядок во всей сис-

теме, а сама она постоянно адаптируется к внешним и внутренним изменениям.

Управление организациями в силу действия механизма противоречий, связанных с возмущениями, идущими как изнутри, так и извне системы, выступает как постоянное возникновение и решение проблемных ситуаций. Способность же системы управления к решению этих ситуаций зависит, прежде всего, от информационного состояния системы. А информационное состояние означает степень информированности субъекта управления, управляющей подсистемы и степень организованности системы. При этом информированность понимается и как наличие опыта в решении проблемных ситуаций, и как наличие необходимой и достаточной информации о состоянии системы и ее внешних воздействиях в каждый конкретный период времени. В этом случае информированность означает антипод дезорганизации, энтропии, способность системы перестраиваться для нейтрализации возмущающих воздействий, что необходимо в ходе развития.

Всякая функционирующая организация обладает запасом информации, в которой воплощен ее опыт. На основе этого опыта сформировалась ее структура, совокупность взаимодействий внутренних компонентов системы, ее внутренней целостности, а также целостный тип взаимодействия системы со средой. Структура системы несет в себе информацию, воспроизводящую собственную историю, структуру факторов внешней среды, воздействующих на систему в ходе ее развития.

Новый подход к управлению базируется на том, что ключевым стратегическим преимуществом, которым может обладать организация, является быстрота ее обучения, способность обобщения и

использования ее опыта и эффективность памяти. Повышение скорости организационного обучения и эффективность организационной памяти связано с диалоговым характером взаимоотношений в координации деятельности организации.

Организационная память может рассматриваться с двух точек зрения. Во-первых, со стороны способности организации в целом. Это внешняя оценка эффективности поведения, памяти, обучения и знаний с учетом взаимодействий с окружающей средой. Во-вторых, со стороны внутренней структуры организации, что дает возможность анализировать взаимодействие элементов и механизмов организации, которое интерпретируется как организационная память.

По аналогии с определениями памяти, обучения и знания в живых системах, в случае организации, обучающаяся организация - система, обеспечивающая новое эффективное поведение по отношению к внешней среде; организационные знания - явление эффективного поведения организации в контексте, определяемом ситуацией или конкретным вопросом; организационная память - сохранение организацией эффективного поведения во времени; способность организации - характеристика ее поведения, которое можно соотнести с обучением, знанием и памятью.

Такое понимание организационного обучения приводит к выводу о том, что более быстрое обучение равносильно более быстрой реализации нового эффективного поведения по отношению к внешней среде. А повышение эффективности организационной памяти равносильно повышению способности сохранения эффективного поведения во времени.

Инфраструктура памяти в организации аналогична нервной системе в живых организмах и представляет собой сеть электронных диалоговых систем. Диалог является средством, с помощью которого компоненты организации координируют свои действия, а также взаимодействия с внешней средой. Для электронных диалоговых систем характерны быстроедействие, широта диапазона, необходимое разнообразие взаимосвязей, взаимодействий и состояний в системе.

Сущность динамики организации состоит в том, чтобы преобразовывать информацию, полученную в собственном опыте, а также посредством обучения в систему внутренних и внешних связей, обеспечивающих ее функционирование и развитие, и использовать эту информацию для постановки и решения новых проблем. Поскольку возмущающие воздействия в организации носят непрерывный характер, постоянно действует необходимость управления, то есть разрешения этих проблем и противоречий, создания их информационных моделей, без чего невозможно формирование управленческого решения и управленческого воздействия.

Особую роль при этом играют определяющие ценности, которые формирует организация. Эти ценности оказываются главными при выработке решений. Они объясняют, почему в схожих условиях разными организациями предпринимаются разные действия. Ценности во многом определяют и выбор в оппозиции (сохранение идентичности - адаптация). Для практики особенно важно то, что обучение оказывается одним из главных факторов смены ценностей организации, а потому и ее развития [11].

В процессе изменения условий жизнедеятельности людей определяющей

оказывается конкуренция. В ходе конкурентной борьбы выживают наиболее эффективные в данных условиях приемы и способы адаптации к изменившимся природным и социальным условиям [12]. В ходе конкурентной борьбы складываются новые способы и формы управления, которое все больше определяет возможности развития общества.

Управление как особый тип отношений как между людьми, так и между обществом и природой помогает обществу выжить и лучше адаптироваться к изменяющимся условиям бытия. Именно управление оказывается одним из важнейших способов "преодоления" сложности, которая постоянно сопровождает общественное развитие.

История человечества есть противоречие между ростом абсолютной сложности и способностью человечества осваивать эту сложность и управлять ею. Это объясняется не только гносеологическими факторами, способностью человека овладевать новыми формами деятельности и управлять ими, но и факторами социальными, то есть зависит от способности общества управлять своим собственным развитием, процессом самоорганизации. Именно он является основой всей социальной системы общества.

В ходе обучения система способна повышать свою устойчивость, активизировать факторы самоорганизации [13].

Организационное обучение и память в виде опыта, традиций, норм необходимы для выживания организации в условиях роста нестабильности и неопределенности, хаотичности и риска. Обучение обязательно сопровождается структурными изменениями в организации. Структура организации включает в себя как унаследованное от ее предшественников, так и те изменения, которые

произошли за время ее существования. Кроме этого, структура должна формировать внутреннюю информационную модель внешнего мира и опираться на нее в своей деятельности. Лучше всего обеспечивает организационную память та инфраструктура, которая способствует и стимулирует развитие и совершенствование взаимосвязей как внутри организации, так и организации с внешними условиями ее бытия.

Самоорганизация - это сама себя осуществляющая организация, в которой упорядоченность возникает в результате образования кооперативных процессов из беспорядка или менее организованного порядка, свойственного неустойчивому, неравновесному состоянию. Управление же оказывается важным упорядочивающим и организующим началом, при этом оно непосредственно связано с диалектикой устойчивого и неустойчивого, двусторонней их взаимосвязью: устойчивость организации основана, порождена изменчивостью ее составляющих.

В кибернетическом подходе к управлению на входе системы имеется ограниченное множество ресурсов, выход системы составляет определенное множество результатов, которое находится в функциональной зависимости от входных параметров. Оптимальное управление достигается при условии совпадения максимума и минимума целевой функции, когда система находится в устойчивом состоянии гомеостатического равновесия. Задача кибернетического управления сложными системами заключается в реализации управляющих воздействий, которые в условиях внешних и внутренних возмущений обеспечат гомеостатический статус развития системы.

Сочетание принципа иерархичности управления с принципом обратной

связи придает системам управления свойство устойчивости, система автоматически находит оптимальные состояния при изменении внешней среды. Свойство самоорганизации может проявляться только у систем, обладающих определенной степенью сложности, с избыточностью структурных элементов и случайными, меняющимися в результате взаимодействия с внешней средой, связями между некоторыми из них.

Идущая реформа образования должна опираться на идеи целостности и фундаментальности образования с учетом последних парадигмальных изменений науки, перехода ее в междисциплинарную стадию постнеклассической науки.

Реформа образования должна быть связана с кардинальным расширением понятия фундаментальности образования, дающего целостное видение природы и общества в контексте междис-

циплинарного подхода, в котором одной из наибольших проблем является проблема единства общественности и естествознания. Образование должно нести не только функцию передачи опыта, но в большей степени опережающую функцию - саморазвития.

Любую ступень образования, и особенно инженерного и инженерно-экономического, следует открывать рассмотрением тем по синергетике, раскрывающей универсальные принципы современными дисциплинарными знаниями. Необходимо внедрение материалов, отражающих принципы синергетики в каждой естественнонаучной и гуманитарной дисциплине, и там, и там можно найти разделы, изучающие процессы возникновения нового.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Буданов В.Г. Трансдисциплинарное образование, технологии и принципы синергетики. М.: ИФ РАН, 2003.
2. Буданов В.Г. Междисциплинарные технологии и принципы синергетики. - М.: Философский журнал. 1997. №2.
3. Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, 1980.
4. Пригожин И., От существующего к возникающему. М.: Мир, 1984.
5. Буданов В.Г. Синергетика для гуманитариев. // Математика. Компьютер. Образование. - М.: Прогресс-традиция. 1997.
6. Ефремов В.С. Семь граней современного менеджмента // Менеджмент в России и за рубежом. 1997. № 1.
7. Senge P.M. The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. -New-York, Doubleday, 1990.
8. Паск Г. Обучение мышлению // Системные исследования. 1969. М.: Наука, 1969.
9. Эшби У. Росс. Конструкция мозга. М.: Прогресс. 1962.
10. Хоукинс Д., Пор Д. Организационная память и нервная система // Проблемы теории и практики управления. 1994. № 4.