

**Николай Петрович Бахарев**, профессор Поволжского государственного университета сервиса, доктор педагогических наук

**Елена Александровна Драгунова**, доцент Тольяттинского филиала Санкт-Петербургского института внешнеэкономических связей, экономики и права, кандидат педагогических наук

## МНОГОУРОВНЕВОСТЬ И НЕПРЕРЫВНОСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Равноправный доступ к высшему образованию должен основываться на укреплении его связей с другими ступенями образования, особенно со средним. Высшее образование в этом случае рассматривается как составная часть системы, которая берёт начало в дошкольном и начальном образовании и включает в себя все промежуточные ступени, прохождение которых должно быть независимо от времени и возраста, так, чтобы образование продолжалось столько времени, сколько потребуется обучающемуся. На высшие учебные заведения для успешного решения этой проблемы возлагается роль лидера преобразования и развития всей системы образования.*

В этой связи вузу необходимо быть компетентным на всех ступенях системы, тесно сотрудничать со школами, участвовать в совместной разработке учебных планов, программ, методического обеспечения учебного процесса и исследованиях в области педагогического образования. Все звенья образовательной системы должны быть построены таким образом, чтобы обеспечивался доступ к высшему образованию независимо от выбранной траектории обучения.

Современное профессионально-техническое образование становится одним из ведущих способов экономического прогресса общества. Деятельность профессионала в об-

ласти техники сегодня — это создание совершенно новых конструкций машин, аппаратов, систем управления и технологий, в том числе сервисных, которые внедряются в практику более высокими темпами, и часто за меньшее время, чем время подготовки инженера в вузе.

В тенденциях развития современного профессионального образования обнаруживается ряд противоречий, среди которых главное — противоречие между объективной необходимостью достижения непрерывности подготовки специалиста в профессиональном образовательном учреждении и недостаточной разработанностью теоретических и практических основ интеграции всех её уровней

в единое пространство подготовки в зависимости от способностей и желаний обучаемых.

Стремление разрешить это противоречие неизбежно сталкивается с необходимостью решения следующей проблемы: как и на какой теоретической и практической базе можно спроектировать систему непрерывного профессионально-технического образования, которая позволит реализовать идею многоуровневости в одном образовательном учреждении с единым образовательным пространством?

При проектировании системы непрерывного многоуровневого профессионально-технического образования мы исходим из того, что адекватное понимание мира, в котором мы живём, законов развития общества, познания, образования, возможно, если, опираясь на законы диалектики, интегрировать достижения информатики, теории управления, биологии, генетики, термодинамики, синергетики, которые используют принцип системности, неоднородности, нелинейности и рассматривают мир как саморазвивающуюся нелинейную открытую систему. Этот подход подтверждается в химии, физике, биологии, технике, экономике и других науках<sup>1</sup>.

Процессы, происходящие в развитии общества, можно представить в виде целенаправленного информационно-управленческого процесса. Развитие в целом представляется как борьба двух противоположных тенденций: организации и дезорганизации, характеризующихся соответственно информацией и энтропией.

<sup>1</sup> Абдеев Р.Ф. *Философия информационной цивилизации*. Москва, 1994 г.; Бахарев Н.П. *Теория и практика реализации многоуровневой системы профессионального образования*. Тольятти: центр медиаобразования. 2000 г.

Выражением двух противоположных тенденций процесса развития является энтропия  $H$  и информация  $J$ , которые связаны между собой и вместе могут количественно оценивать такие качественные понятия, как хаос и упорядоченность. Если информация — мера упорядоченности, то энтропия — мера беспорядка. Взаимосвязь информации и энтропии в кибернетике отражается формулой

$$H + J = 1 (\text{const}),$$

т.е. если наблюдается эволюция системы в направлении упорядоченности, то её энтропия уменьшается.

Если процесс развития рассматривать как борьбу двух противоположностей — организации и дезорганизации, то он может быть описан в общем виде как накопление структурной информации, определяемой разностью между максимальным и реальным значениями энтропии.

На рис.1 представлена модель процесса развития, подробно описанная и обоснованная Абдеевым Р.Ф.

В этой модели введены два фактора, характеризующие процесс развития: накопленное разнообразие, или прогресс, —  $P_1, P_2, \dots, P_n$ , достигнутые за определённый отрезок времени, и количественная характеристика данного отрезка времени  $t_1, t_2, \dots, t_n$ . Модель развития представляет собой сужающуюся (сходящуюся) спираль с переменным шагом, причём параметр прогресса  $P$  увеличивается, доля отрицательного уменьшается от витка к витку, а интервалы времени  $t_1, t_2$  между скачками  $A_0, A_1, A_2$  уменьшаются.

Модель, построенная в координатах энтропии — информации с введением параметров времени и прогресса, даёт адекватное отображение процессов развития и показывает:

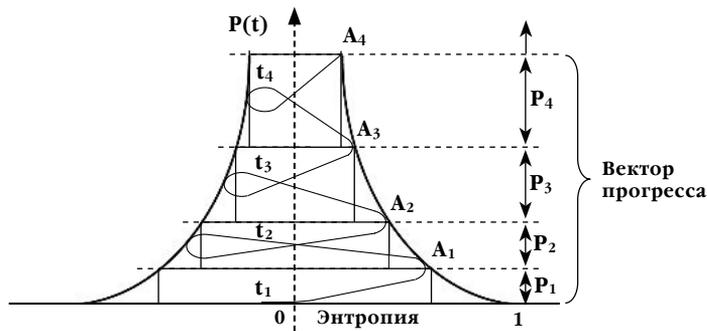


Рис. 1. Модель процесса развития (самоорганизации) информационных структур

1. Начало формирования новой структуры системы или объекта начинается с реально существующей, как правило, максимальной, энтропии (хаоса, неопределённости).

2. Число витков спирали развития ограничивается этапом переходного процесса, имеющего спиралевидный (колебательный) характер.

3. С течением времени уровень организации объекта или системы возрастает.

4. Сходящийся характер спирали по аналогии с колебательным процессом означает стремление системы или объекта к состоянию равновесия.

5. Сходящаяся спираль с переменным шагом отражает нелинейность процессов самоорганизации.

В конце процесса самоорганизации, когда структура («архитектура») объекта или системы в основном определилась, наступает насыщение информацией и спираль постепенно «выпрямляется», отражая переход объекта, системы в эволюционную стадию развития.

Спиралевидная, сходящейся формы модель развития адекватно отражает процесс мышления. Например, любой творческий про-

цесс начинается с отрывочных, как правило, неупорядоченных данных, т.е. с максимальной энтропии. По мере накопления и переработки информации происходит отработка идеи (гипотезы), возникают находки и озарения, которые «скачками» вырисовывают структуру объекта, т.е. качественный скачок наступает в результате количественного роста разнообразия. Завершающий этап, связанный со «шлифовкой» и доводкой полученного результата, носит эволюционный характер.

Рассмотрим пример из области электромеханики: возникновение и развитие электрических машин (ЭМ) постоянного тока. Вертикальную ось прогресса интерпретируем как шкалу знаний. Сумма знаний интегративно приближается к «абсолютной истине»<sup>2</sup> (рис. 2).

Первые конструкции ЭМ постоянного тока появились в 1830-е годы как источники электрической энергии — генераторы. Главная особенность этих ЭМ — магнитоэлектрический характер возбуждения, имеющий множе-

<sup>2</sup> Бахарев Н.П. Теория и практика реализации многоуровневой системы профессионального образования. Тольятти: центр медиаобразования. 2000 г.

ство недостатков: невысокая мощность, нестабильность характеристик и др. В 40-е годы XIX века появляются машины с электромагнитным возбуждением, что позволило экспериментальным образцам приблизиться по техническим показателям к промышленным установкам. Однако наличие достаточно громоздкого и дорогого дополнительного источника постоянного тока в виде батареи гальванических элементов существенно тормозило внедрение машин постоянного тока в качестве источников электрической энергии и электромеханических приводов в зарождающуюся промышленность.

Открытие в середине 50-х годов явления самовозбуждения привело к резкому увеличе-

нию спроса на этот тип машин во многих странах Европы и Америки. Эти изменения, естественно, носили революционный характер в теории и практическом применении ЭМ постоянного тока. В последующие годы непрерывно шёл эволюционный процесс развития конструкции, модификаций, технологии и теории проектирования машин постоянного тока: машины с улучшенной коммутацией с постоянными магнитами, специальные исполнительные машины и т.д. По мере накопления знаний, опыта, увеличения информации (организации) процесс развития становился всё более эффективным и эволюционным.

Аналогично можно представить и процесс подготовки специалиста в техническом вузе.

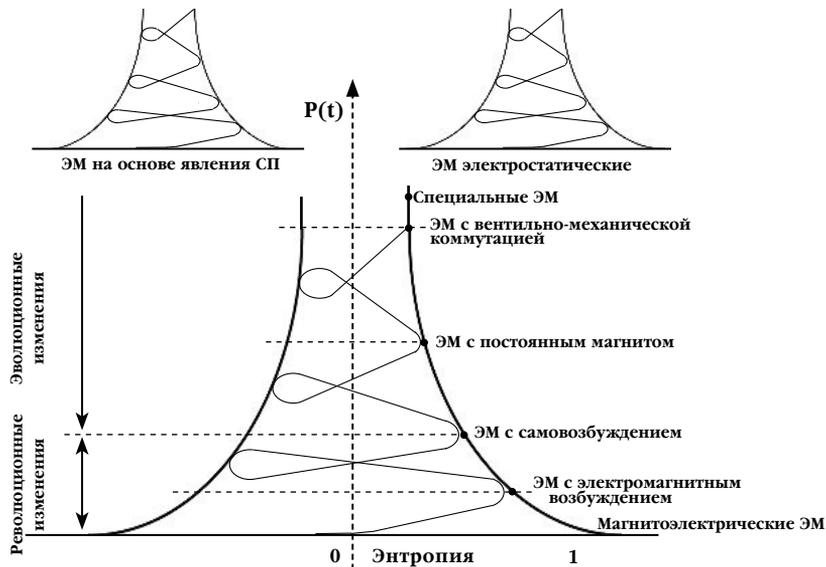


Рис. 2. Модель развития электрических машин постоянного тока

Начало подготовки также характеризуется достаточно большим значением энтропии, т.е. отсутствием информации — знаний по ес-

тественно-научным, гуманитарным и специальным дисциплинам. Логическое построение процесса обучения в вузе, обеспечивающее

постоянное накопление теоретических знаний и практических умений, т.е. умений применять теоретические знания для решения практических задач (например, конструирования и проектирования), приводит к становлению специалиста, соответствующего внешним условиям (запросам рынка труда). Дальнейший профессиональный рост специалиста в инженерной сфере деятельности носит эволюционный характер.

Развитие приводит к возникновению нового качества, т.е. к изменению состава или структуры объекта. Развитие личности как системы высокого уровня организации связано с человеческими видами деятельности — учением, познанием, общением. В процессе развития усложняется структура объекта, повышается уровень его организации. В данном случае развитие носит прогрессивный эволюционный характер (в противоположность регрессии, деградации). Сложные системы, как правило, развиваются неравномерно. Возможны случаи, когда одни качества объекта прогрессируют, а другие деградируют. Развитие в широком смысле есть синоним эволюции. Идея эволюции как закономерного изменения мира относительно молода, она зародилась в XIX веке. Она распространилась и в культуре, что позволило по-новому посмотреть на общество и на человека. Популярная формулировка биогенетического закона Эрнста Геккеля, что онтогенез повторяет (в свёрнутом виде) филогенез, — наиболее интересная в применении к психическому развитию человека в онтогенезе и филогенезе: развитие ребёнка во многом повторяет развитие человечества.

Какова же связь развития с образованием? Под образованием (по В.И. Далю) понимают целостный процесс придания душевного,

умственного и духовного облика растущему человеку. В современном мире целостный процесс развития личности, усвоение и принятие им нравственных норм, различной информации обычно характеризуются образованием и воспитанием. Эти понятия часто перекрываются. Под воспитанностью человека понимается процесс формирования личности, приводящий к усвоению навыков поведения в данном обществе и принятых в нём социальных норм. Под образованием понимается процесс и результат освоения личностью конкретных содержательных аспектов культуры. Обычно под образованием понимается три аспекта. Первое — это достояние личности, второе — процесс обретения личностью этого достояния, третье — социальный институт, помогающий гражданам приобрести это достояние.

Различают образование *естественное*, происходящее в процессе повседневного общения и взаимодействия с окружающей средой, природой, обществом и конкретными группами людей, и *организованное*, которым занимаются строго формализованные учреждения, социальные институты, специально подготовленные работники: учителя, воспитатели, руководители и т.д. Л.Н.Толстой по аналогии выделял образование «бессознательное, жизненное» и образование «школьное, сознательное», которые всегда находятся рядом, дополняя друг друга. Джон Дьюи подчёркивал, что одна из тяжелейших проблем философии образования — поддержание равновесия между неформальной и формальной составляющими образования.

Как было отмечено ранее, развитие любой системы происходит по спирали с уменьшающимся радиусом и увеличивающимся шагом,

т.е. для развития характерно уменьшение энтропии системы и интенсивное увеличение параметра «прогресса». Воспользуемся этой моделью и оценим процесс развития личности в высшей школе, т.е. процесс формирования знаний и профессионально-образовательного уровня при традиционных (классических) планах обучения. Схематично данный процесс можно представить в виде модели (рис.3 а, в). В классической (искусственной) системе подготовки специалиста предусматривается последовательное изучение циклов дисциплин: ФД — фундаментальные дисциплины, ОПД — общепрофессиональные, СД — специальные дисциплины. Этот способ подготовки специалиста основан только на «сознательном» образовании, когда система подготовки построена по формальным логическим законам, в основе которых лежит принцип «прямой фундаментализации». На первом этапе обучения осваиваются только естественно-научные дисциплины, составляющие основу фундаментальной подготовки, затем изучаются общепрофессиональные (общеинженерные) дисциплины и только на заключительном этапе обучения — специальные. Рассмотренная схема совершенно исключает «бессознательное, жизненное» образование и уж никак не соответствует биогенетическому закону Э. Геккеля.

К недостаткам классической системы подготовки можно отнести следующие. Изучая в полном объёме на первом и втором курсах технического вуза высшую математику, физику, студент не ощущает связи с будущей профессиональной деятельностью, специальностью и, как следствие, не видит необходимости в изучении многих весьма сложных разделов этих дисциплин.

Кроме того, на старших курсах при изучении дисциплин специализации студент обнаруживает необходимость применения специальных разделов естественно-научных дисциплин для анализа и синтеза процессов, протекающих в изучаемых объектах техники.

В качестве примера можно привести откровения Брюса Липтона — доктора биологии (США), широко известного сегодня в научной среде естествоисследователей своими уникальными взглядами на процесс функционирования клетки и всего живого в нашем мире. «В моём колледже преподавали общую физику на уровне, доступном студентам нефизических специальностей (Б. Липтон в 1960 году был студентом — биологом). Был ещё один курс — квантовой физики, но мы, биологи, бежали от него, как от чумы. По нашему мнению, только мазохисты могли, рискуя испортить себе оценки, записываться на этот курс... В общем, я решил пойти по простому пути и записался на вводный курс общей физики... Я понял, как много потерял из-за того, что пренебрёг квантовой физикой, лишь в 1982 году — через десять с лишним лет после окончания университета. Уверен, доведись мне познакомиться с ней ещё в студенческие годы, я бы пришёл к своему биологическому анакомыслию гораздо раньше»<sup>3</sup>.

В начале 90-х годов в Тольяттинском политехническом институте в результате работы по интеграции систем профессионального образования различного уровня родилась идея изменения структуры системы подготовки специалиста. Основой такой перестройки явилось предложение Марквардта К.Г.

<sup>3</sup> Липтон Брюс. Биология веры: Кто управляет сознанием клеток/ Перев. с англ. М.: ООО «Издательство «София», 2008.

о введении в «организованную» систему образования элементов «естественного» образования<sup>4</sup>. Начиная с первого курса, формируется «стержень» профессиональной подготовки на весь период обучения, представляющий собой блок или интегрированную совокупность специальных, профильных дисциплин или дисциплин направления подготовки (при двухуровневой системе образования). Уровень профессиональной подготовки с течением времени усложняется. На этот стержень «нанизываются» фундаментальные и общепрофессиональные дисциплины, полученные знания по которым — основа и опора будущей области профессиональной деятельности или специальности. Стержень специальных дисциплин постоянно ориентирует обучаемых на необходимость приобретения конкретных знаний по математике, физике, теоретической механике, сопромату, теоретической электротехнике для решения нарастающих по уровню сложности задач и проблем специальности. Фундаментальная подготовка продолжается до старших курсов, где изучаются самые сложные разделы математики и специальные разделы физики и других дисциплин, знания по которым востребованы изучением специальных дисциплин и решением инженерных задач и проблем.

В этом случае модель подготовки специалиста имеет вид спирали, витки которой содержат составляющие всех дисциплин (рис. 3. б, г).

Следовательно, предложенная модель профессиональной подготовки инженера основана на последовательно параллельном изучении всех блоков дисциплин: естествен-

но-научных (фундаментальных), общепрофессиональных и специальных при постепенном повышении уровня сложности этих дисциплин (от простого к сложному, более сложному и т.д.). Системообразующим фактором при подготовке специалиста является одна или несколько специальных дисциплин, определяющих специальность или направление профессионального образования, изучаемых с начала процесса подготовки до его окончания — выполнения дипломного проекта и его защиты. В этом случае в процессе обучения можно выделить определённые качественные уровни подготовки специалиста. На модели (рис. 3. а, б) каждый такой уровень подготовки определяется «поперечным сечением спирали» на этапе до эволюционного развития. Сечения 1, 2, 3, обозначают промежуточные уровни подготовки инженера (квалифицированный рабочий–оператор, техник, инженер или бакалавр, магистр, научный работник).

Формирование «фундамента» подготовки специалиста в пределах одного квалификационного уровня (витка спирали) происходит при одновременном изучении естественно-научных, общеинженерных и специальных дисциплин. Определяющим (первичным) в подготовке специалиста каждого уровня является общетеоретическая подготовка по естественно-научным дисциплинам, которая повторяется по мере перехода от одного уровня к другому только на более высоком научном уровне, необходимом для освоения более сложных блоков (разделов) специальных дисциплин, задаваемых стандартом или компетентностью обучаемого. Периодически повторяющийся от уровня к уровню возврат к изучению естественно-научных дисциплин назовём последовательно — параллельной фунда-

<sup>4</sup> *Марквардт КТ.* Развивающая система подготовки специалистов. М.: Знание, 1981.

ментализацией или «*инверсной фундаментализацией*».

Предложенная модель непрерывной многоуровневой профессиональной подготовки специалиста в вузе — основа формирования общего содержания профессиональных образовательных программ и интеграции образовательных учреждений (технических) различного уровня в единое образовательное пространство подготовки специалистов.

**Преимущество этого подхода к проектированию образовательного пространства состоит в единстве логического построения учебного процесса в техническом образовательном учреждении любого уровня.**

Модели систем подготовки специалистов при прямой и инверсной фундаментализации представлены на рис.3 а, б, в, г.

Логическое построение обучения в вузе, обеспечивающее постепенное накопление теоретических знаний и практических умений в решении технических (инженерных) задач (например, конструирования, проектирования, разработки новых конструкций и технологий), приводит к становлению специалиста, соответствующего внешним условиям (запросам рынка труда). Дальнейшее профессиональное совершенствование специалиста в той или иной инженерной деятельности, как правило, носит эволюционный характер.

Самое сложное для реализации непрерывной многоуровневой системы профессионального образования, по нашему мнению, — инновационный (нетипичный) подход к формированию учебно-методических комплексов.

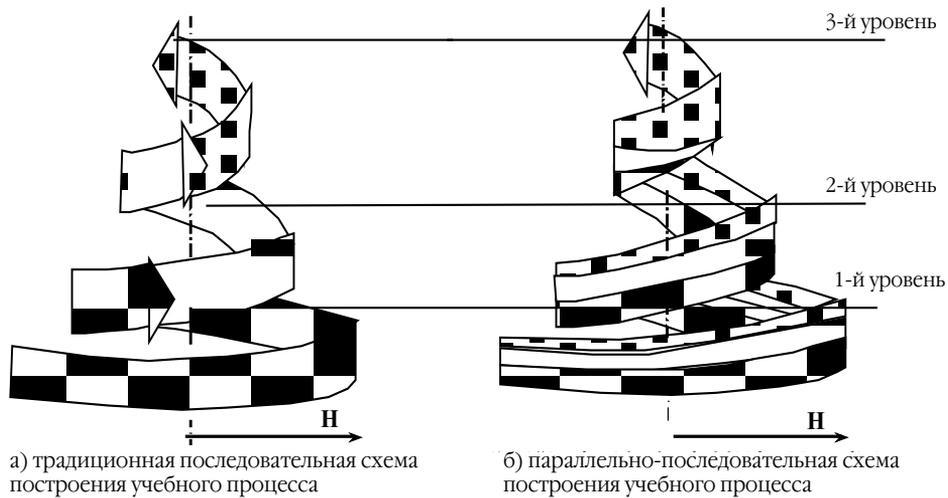
При классической форме обучения основополагающий принцип формирования со-

держания обучения — дисциплинарный подход, при котором бесконечный многообразный мир знаний разделяется на отдельные области с одним характерным для данного многообразия явлений предметом исследования. Дисциплинарная методология особенно эффективна при становлении, развитии и углублении знаний и технологий исследования в конкретной предметной области. Однако при решении задач, находящихся «на стыке научных предметных областей», возникают проблемы, когда приходится искусственно расширять область дисциплинарной методологии.

Так начинают появляться различные междисциплинарные курсы и междисциплинарные методики изучения сложных явлений окружающего мира, например, «Теория электромеханических аналогий» при подготовке инженера-электромеханика<sup>5</sup>. Явление междисциплинарности характерно для естественного развития познания окружающего мира за счёт преодоления системной «изоляции» дисциплин, приводящей к негативным последствиям и для науки, и для образования.

К достоинству междисциплинарного подхода следует отнести то, что решение задач становится возможным в одной предметной области на основе более совершенных методов и технологий другой предметной области, в результате установленных межпредметных аналогий. Так, наиболее сложные задачи механики, содержащей нелинейные и распределённые элементы механических цепей, можно достаточно просто и успешно решать методами теоретической электротехники.

<sup>5</sup> Бахарев Н.П., Драгунова Е.А. Решение инженерных задач на основе межпредметных аналогий. На примере аналогий электрических и механических цепей: учебно-метод. пособие. Тольятти: ТГУ, 2005.



-  - СП (специальная подготовка)
-  - ОПП (общепрофессиональная подготовка)
-  - ФП (фундаментальная подготовка)

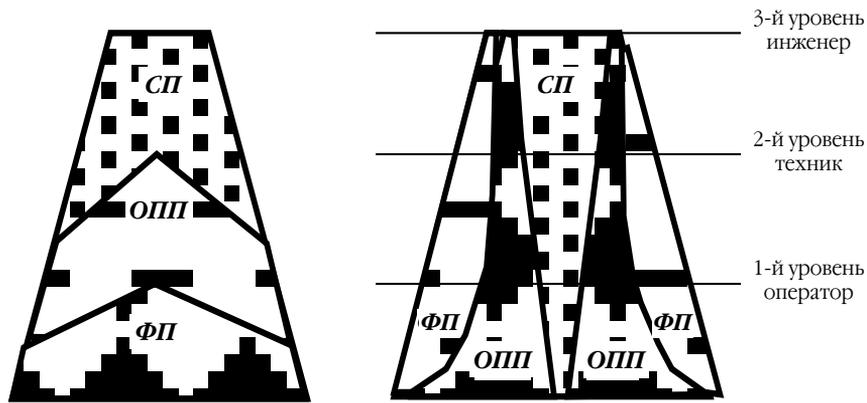


Рис. 3. Модели построения учебного процесса (а, б) и модели систем подготовки технических специалистов в вузе (в, г)

Естественно, при решении задач конкретной дисциплины она становится «ведущей», а дисциплина, чей научный потенциал используется для решения теоретической или практической задачи, — «ведомой». Научный потенциал «ведомой» дисциплины может способствовать расширению и обновлению концептуальных и методологических основ «ведущей» дисциплины, совершенствуя и обогащая её теоретическую основу и содержание. Например, решая в задаче по механике проблему удара движущего инерционного элемента о неподвижный упор, можно прийти к открытию нового, несуществующего сегодня элемента в электротехнике — «диода по заряду». Это явление объясняется синергетическим принципом — переходом к открытости саморазвивающейся системы.

При решении более сложных, комплексных задач природы и общества необходим другой принцип организации получения и развития научного знания, который возможен только при условии взаимодействия многих различных дисциплин, получивший в литературе название «трансдисциплинарный»<sup>6</sup>. Трансдисциплинарность основывается в первую очередь на знаниях и методологии дисциплинарности и междисциплинарности, что позволяет исследователям свободно выходить за границы своей дисциплины, используя методы и знания, полученные в дисциплинарных и междисциплинарных курсах. Особенность трансдисциплинарности — выход ис-

следования и осознание явления за пределами конкретных научных дисциплин на более высоком метауровне, что позволяет расширить научное мировоззрение исследователя (обучаемого).

Термин «трансдисциплинарность» был предложен в 1970 году Жаном Пиаже, однако, до настоящего времени, в силу неоднозначности семантического потенциала, он не имеет однозначного определения. На наш взгляд, наиболее интересно представление трансдисциплинарности в форме «принципа организации научного знания». В этом случае появляется не только возможность решения сложных комплексных проблем окружающего нас мира, включая природу (технику), общество, сознание, но и уникальная возможность по-иному посмотреть на организацию обучения в вузе, средней школе.

Применительно к учебному процессу вуза трансдисциплинарность следует представлять самостоятельным научным направлением, имеющим свой предмет исследования, свою концепцию, свой язык измерений и модели действительности, позволяющие проводить общенаучную классификацию и систематизацию дисциплинарных знаний. Особенно полезен и необходим трансдисциплинарный подход при формировании таких сложных и многоаспектных курсов, как разработка и проектирование сложных машин, аппаратов и технологий, базирующихся не только на физических, математических, технических, инженерных знаниях, но и знаниях гуманитарных дисциплин, философии, современной биологии, медицины, экологии, и других. Особый интерес представляет трансдисциплинарный подход к обучению школьников старших классов в «специализированной»

<sup>6</sup> Бочкарёва Т.С., Бочкарёв АИ, Бахарев Н.П. Мультидисциплинарный феномен проблемы формирования инновационной культуры. Синергетика природных, технических и социально-экономических систем: сб. статей VI Международной заочной научной конференции (май 2009). Тольятти: Изд. ПВГУС, 2009.

средней школе, имеющей тесную связь с университетом и наукоёмким современным предпрятием. При таком подходе по-иному формируется профильное обучение, ориентированное главным образом на обучение в процессе создания межпредметных (междисциплинарных) проектов, в основе которых конкретные современные технологии и конструкции объектов окружающего нас мира, наблюдаемые учениками в конкретной действительности.

Развитие трансдисциплинарности в направлении формирования самостоятельной научной дисциплины сегодня осуществляется в Российской школе трансдисциплинарности. Американская и швейцарская школы трансдисциплинарности занимаются поиском формальной взаимосвязи отдельных дисциплин, а французская школа исследует более тесную внутреннюю связь объекта с личным опытом исследователя.

При мультидисциплинарном или полидисциплинарном подходе формирование обобщённой картины предмета исследования основано на системообразующем принципе: все дисциплинарные картины предмета исследования — составные части обобщённой кар-

тины. При этом не происходит переноса методов исследования из одной дисциплины в другую. Все дисциплины «автономны», абсолютно независимы и необходимы при формировании обобщённой картины предмета.

Мультидисциплинарный подход необходим при проектировании, например, таких наукоёмких и многоаспектных курсов, как «Концепция современного естествознания».

Реализация идеи создания на основе межпредметных связей междисциплинарных, трансдисциплинарных и мультидисциплинарных учебных курсов в вузе, при условии перехода к идее «инверсной» (последовательно-параллельной) фундаментализации при формировании образовательной программы, позволяет развить концептуальные положения научно-методической системы многоуровневого профессионально-направленного обучения в направлении интеграции различных уровней подготовки специалистов в единое образовательное пространство. В этом случае одно образовательное учреждение (университет) способно обеспечить высокий качественный уровень подготовки современных специалистов различного спектра (назначения).