

В. А. Дмитриев

ТЕХНОЛОГИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ

Рассматривается вопрос повышения качества инженерного образования за счет перехода к открытой модели образовательного процесса, в которую дополнительно включена внешняя, объективная информация, алгоритм преобразования внешней информации в открытые задачные системы и технология инновационного проектирования, базирующаяся на «Функционально-стоимостном анализе» и «Теории решения изобретательских задач».

Ключевые слова: образование, технология, развитие, модель, изобретательская деятельность, открытые задачные системы.

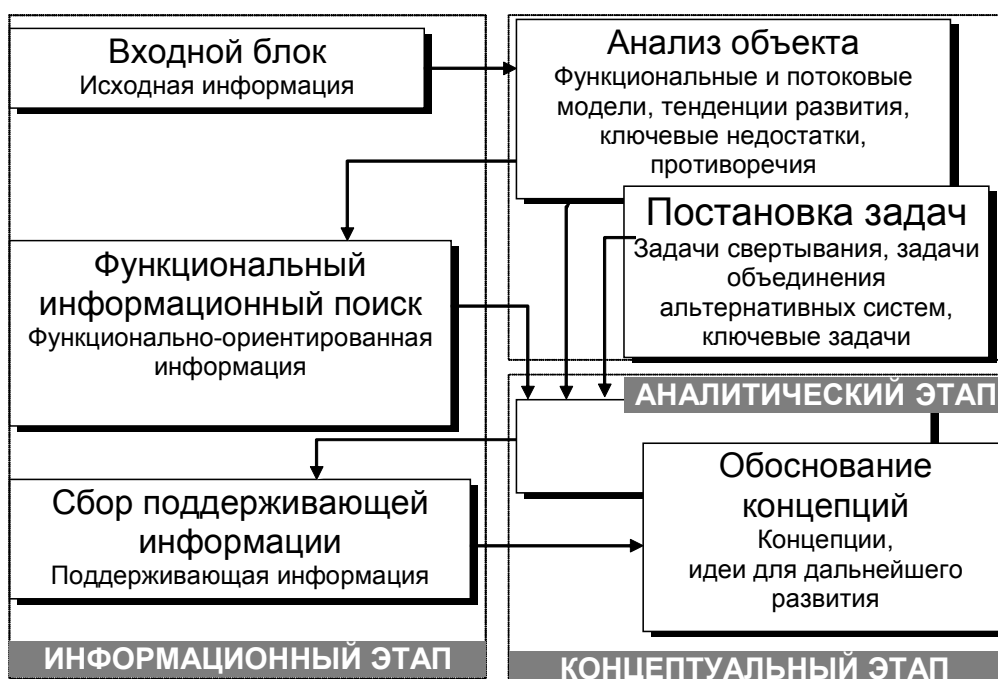
Теоретическое обоснование возможности смены ведущего типа деятельности с репродуктивной на изобретательскую в ходе подготовки будущих инженеров, а также доказательства эффективности такого подхода, приведены в исследованиях [1, 2]. В этом случае общая технологическая схема такого процесса может быть представлена следующим образом (см. схему).

Принципиальное отличие предложенной технологии от существующей в практике инновационно-проектной деятельности инженеров заключается в появлении дополнительного входного блока.

Рассмотрим подробно, какие психолого-педагогические особенности существуют в предлагаемой концепции. Для этого необходимо обратиться к истокам. Создатель ТРИЗ, Г. С. Альтшуллер, разработал эту эвристическую систему прежде всего для решения технических проблем. И ориентирована ТРИЗ изначально была на подготовленного инженера [3, 4]. Существующая практика применения ТРИЗ в нашей стране и за рубежом свидетельствует о том, что наибольшее

применение ТРИЗ в последнее время получила не в сфере производства, а в образовании. Сегодня ТРИЗ обучают в нашей стране начиная с детского сада, начальной, средней и старшей школы, техникумов, колледжей, ПТУ и вузов и заканчивая спецкурсами для учителей, слушателей системы повышения квалификации, аспирантов и стажеров. Имеется значительный опыт применения ТРИЗ в рекламном деле, бизнесе и при выполнении прогнозных и концептуальных проектов по заказам ведущих зарубежных фирм.

Наиважнейшим моментом обучения технологии инновационного проектирования является момент «запуска» в поисковый процесс. Здесь возникает наибольшая трудность, так как в реальной жизни сознание взаимодействует с внешними информационными потоками, представляющими собой набор бессистемных сведений, не образующих в сознании человека строго выстроенной, работоспособной «знаниевой» системы. Именно модель взаимодействия сознания человека с объективным миром мы рассматриваем



как наиболее идеальную модель образовательного пространства, которое существует и не требует дополнительных затрат на его построение.

Однако опыта превращения информационного хаоса в строгую информационную систему, способную «включить мышление» в поисковый процесс у подавляющего большинства студентов просто нет. Существующая же система подготовки инженерных кадров не включает в себя реальных механизмов преобразования внешней информации в задачные системы открытого типа. Для устранения этого недостатка существующую систему подготовки инженерных кадров предлагается осуществлять на основе изобретательской деятельности, опирающейся не на метод «проб и ошибок» а на апробированную технологию инновационного проектирования, со встроенным в нее входным блоком. Этот блок предназначен для запуска сознания человека в поисковый процесс. Основой входного блока является алгоритм преобразования внешней информации в задачную систему открытого типа, представляющую собой постановку и уточнение ранее не решенной проблемной задачи. Алгоритм универсален. С помощью него становится возможным преобразование любой информации, в том числе и учебной, в задачную систему открытого типа. Алгоритм представляет собой шесть мыслительных шагов анализа внешней информации и позволяет осуществлять синтез новых нерешенных задач. Он состоит из следующих шагов:

1. В информации выделить главную мысль, ответив на вопрос: «Что происходит?»
2. В выделенной мысли определить функционально значимое действие, определяющее это действие, ответив на вопрос: «Что делается в момент происходящих событий?»
3. Определить объект анализа, осуществляющий это действие, ответив на вопрос: «Что (кто) выполняет действие?»
4. Определить объект главного взаимодействия, ответив на вопрос: «На что (на кого) направлено действие объекта анализа?»
5. Описать взаимодействие объекта анализа с объектом взаимодействия, ответив на вопросы: «Что полезного (хорошего) и вредного (плохого) происходит в этом взаимодействии?»
6. Сформулировать новую нерешенную задачу, сохранив и усилив полезную сторону взаимодействия объекта анализа с объектом взаимодействия и исключив полностью вредную сторону этого взаимодействия. Задача формулируется в виде постановки новой цели «Как сделать так, чтоб при полезном (хорошем) взаимодействии объекта анализа с объектом взаимодействия полезное взаимодействие полностью сохранялось и усиливалось, а вредное взаимодействие полностью исчезало (не возникало)?».

Особенностью алгоритма является то, что в основе его заложен системно-функциональный подход

(шаги с 1-го по 4-й), где, работая с внешней информацией, сознание человека выделяет важнейшие взаимодействия (функциональный подход) и компоненты информации (системный подход). В дальнейшем алгоритм использует и диалектический метод (шаги 5-й и 6-й) через формулировку противоречия и постановку новой, парадоксальной цели.

Чрезвычайно важным моментом является то, что предложенный шестишаговый алгоритм позволяет студенту – будущему инженеру, любому человеку самостоятельно находить в любой информации нерешенные задачи, тем самым высвободить свое сознание от «зависимости от чьего-либо мнения». В этом мы видим реальный путь к формированию условий проектирования каждым студентом собственной жизненной стратегии, позиции, собственного взгляда, мировоззрения, свободного и независимого мышления. К тому же самостоятельно выполненный синтез задачной системы из внешней информации всегда дает ответ на корневой и всегда актуальный вопрос: что делать? Так как постановка цели из противоречия выглядит всегда парадоксально («того, чего не может быть»), то в сознании она фиксируется как конечное условие «правильности» решения задач, совпадающее с обостренной потребностью общества. Отсюда значимость, общественная направленность и глубинный смысл дальнейшей поисковой деятельности. Именно этот момент создает реальные условия глубинной и осознанной мотивации изобретательской деятельности студентов. Устойчивость мотивации связана с тем, что цель из противоречия всегда парадоксальна, а потому изначально – интересна. Именно такие цели образуют в сознании психологическую доминанту устойчивого интереса, которая «включает мышление» в поисковую деятельность. Мотивационная составляющая входного блока инновационного проектирования студентов подкрепляется дополнительно специально разработанным списком контрольных вопросов, актуализирующих в сознании проектанта значимость найденной задачи. Эти вопросы подобраны таким образом, что они используют при поиске ответов на них ресурсы сознания – воображение и фантазию, статусные и творческие потребности и информацию (знания). Список контрольных вопросов следующий:

1. Почему эту проблему надо решать?
2. Зачем эту проблему нужно решать мне?
3. Как она решается сейчас?
4. Чем эти решения меня не устраивают?
5. Что на самом деле надо делать?
6. Как этого достичь в идеале?
7. Что произойдет, если это осуществится?

Предложенный список позволяет осознать глубинный смысл решаемой проблемы, показать значимость и актуальность ее не только для себя, но и для всего человечества, обозначить перспективу предполагаемых изменений в обществе в случае приме-

нения найденных решений на практике. Информационный блок предназначен для того, чтоб на системном уровне изучить накопленную по теме исследования информацию.

Основу этапа составляет системное мышление и функциональный подход. Шаги информационного этапа подобраны таким образом, что они позволяют управлять мышлением в ходе процесса моделирования функциональных взаимодействий. Важным моментом является еще и то, что в процессе мыслительного моделирования практически полностью снимается фактор проявления психологической инерции в сознании обучаемых студентов. Для этого в структуру информационного этапа встроен оператор подавления психологической инерции, который присутствует на уровне анализа исходной информации, что проявляется в процедуре перехода от конкретного образа совершенствуемого объекта через операцию абстрагирования к обобщенной функции и обобщенному образу объекта анализа. Такой подход позволяет собрать и систематизировать имеющуюся информацию не только в области исследуемого объекта, но и из различных областей человеческих знаний (поиск аналогов в смежных областях знаний). Выход за пределы сложившихся понятий и представлений через абстрактные модели, построенные по функциональному признаку, – основа формирования системно-функционального подхода в процессе инженерной подготовки студентов.

Особое место в информационном этапе занимает генетический анализ объекта исследования, в котором через познание истории развития совершенствуемого объекта студенты могут выявить его характерные этапы и закономерности. Посредством сравнения и сопоставления они определяют отклонения от законов развития систем, корректируют тактику и стратегию опыта решения выявленной проблемы.

Важнейшим моментом в ходе выполнения информационного этапа является анализ альтернативных систем, в котором могут просматриваться вполне закономерные пути решения проблемы в целом за счет объединения объекта исследования с его альтернативной системой.

Итогом информационного этапа являются найденные «сильные» решения из различных областей науки и техники, которые либо целиком и полностью, либо с незначительными изменениями могут быть применены для решения найденной проблемы.

В методологическом плане информационный этап имеет значение не только потому, что позволяет систематизировать имеющиеся знания, но и еще потому, что позволяет целенаправленно разрушать в сознании студентов сложившиеся «знаниевые» стереотипы сознания за счет постоянного выхода за пределы чисто отраслевых, профессиональных знаний.

Важнейшее значение имеет аналитический этап, который включает в себя выстроенные определенным

образом технологические операции: компонентный анализ, структурный анализ, функциональный анализ, функционально-идеальное моделирование, причинно-следственный анализ.

В дидактическом смысле особенность выполнения этого этапа интересна тем, что обучение связано непосредственно с деятельностью по переработке исходной информации уже выбранного на информационном этапе прототипа. В ходе трансформации представлений об объекте исследования студенты одновременно обучаются способам достижения этих изменений. Системно-функциональный подход наиболее ярко выражен именно на аналитическом этапе, с той лишь разницей, что в информационном этапе сознание студентов «сканировало» различные области и выявляло аналогии, а на аналитическом этапе «мысли уходят в глубь» исследуемого прототипа. Из мыслительных процессов можно выделить операции моделирования функциональных взаимодействий, обобщения, логические построения. Но особенно важным является выявление ключевых нежелательных эффектов, которые обнаруживаются в ходе выполнения структурного анализа. Сами по себе нежелательные эффекты представляют собой противоречия, которые являются скрытыми механизмами торможения в развитии любой системы. Именно на структурном анализе при описании парных взаимодействий в элементах структуры исследуемого объекта формируется диалектическое мышление, ориентированное на постановку новых целей развития. Здесь мы сталкиваемся с уникальным психологическим феноменом нашего сознания, когда, рассмотрев процесс в обязательном порядке с двух сторон, человек открывает для себя новые, теперь уже осмысленные представления об объекте совершенствования, хотя о нем мы «раньше так никогда не думали». Именно на этом этапе возникает мощный импульс «открывательства» нового. Именно здесь происходит глубинное разрушение сложившихся стереотипов в сознании, здесь инициируется статусная потребность человека за счет осознания того факта «что не только я так не думал, но так не думал до меня никто!». Хотелось бы подчеркнуть, что, несмотря на достаточную трудоемкость выполняемых аналитических процедур, с каждым шагом сознание студентов все в большей степени осознает значимость того, что они делают. К тому же «наградой» за мыслительные напряжения становится итоговый список никому ранее не известных корневых задач. Именно они являются тем авторским открытием, которое представляет собой механизм идеальной самомотивации к поисковой деятельности студента, так как после выполнения причинно-следственного анализа студент уже знает, каковы причины возникновения всех обнаруженных нежелательных эффектов. В методологическом смысле поиск решения студентами проблемных задач у истоков их возникновения, а не в том месте, где они проявляются в виде

следствия неустранимых своевременно причин, обеспечивает формирование системного мышления.

Заключительный, концептуальный этап инновационного проектирования является наиболее трудным и ответственным, так как, зная «что делать?», необходимо познать еще и «как это сделать?». Именно на этом этапе для поиска решений корневых задач подключается весь арсенал инструментов ТРИЗ. Начиная от простых приемов разрешения противоречий, вепольного анализа, физических, химических, геометрических эффектов и заканчивая самой «тяжелой артиллерией» в арсенале средств ТРИЗ – «Стандартами» на решение изобретательских задач и «Алгоритмом решения изобретательских задач (АРИЗ)». Весь этот «решательный механизм» осваивается в процессе продвижения по шагам концептуального этапа последовательно «раскалывая» каждую корневую задачу на простые модели, которые уже прорешиваются путем применения простых правил синтеза решения изобретательских задач. Хотелось бы еще отметить, что «аризный» способ решения подобрал в себя обобщенный опыт сотен тысяч изобретений человечества. Особенно важным является тот факт, что в АРИЗе мы обнаружим и системный подход, и диалектический метод познания, и законы развития систем, и операторы управления процессами мышления. В АРИЗе формальная логика уживается с диалектической, и обе они равноправно обеспечивают главный результат – появление новой мысли, которая объективно, с помощью критериев самим же «решателем» может быть «взвешена и оценена». А вот сама деятельность студентов по решению новых, нерешенных задач – наиважнейший воспитательный процесс, который при сформированном навыке успешного решения множества проблемных задач создает условия появления в студентах качеств творческой, созидательной, саморазвивающейся личности.

Классиками ТРИЗ они были выявлены и представляют собой набор из основных шести характерных особенностей: умение находить и иметь достойную цель в жизни, умение решать проблемные задачи, умение составлять творческие планы, обладать высокой работоспособностью, умение отстаивать и бороться за свои идеи, обладать высокой творческой результативностью.

В связи с этим мы считаем, что сам процесс инновационного проектирования, в котором технология ТРИЗ является гарантом успешности изобретательской деятельности, является одновременно с эвристическим процессом еще и педагогическим процессом.

Речь идет о педагогике творчества, которая строится на иных принципах, содержании, формах и методологических основаниях. В такой педагогической системе вовсе не обязательно, чтобы кто-то «тебя вел с детства за руку по жизни». Сама жизнь нас «ведет», но при этом она «не раздает» нам готовые

знания в виде «правильных ответов», а ставит сознание каждого в ситуацию выбора. И для того чтобы этот выбор был «правильным», необходимо каждому студенту, будущему инженеру, взять с собой в жизнь инструменты познания самой жизни и хорошо овладеть ими. Таким инструментом сегодня является технология инновационного проектирования.

Успешность реализации предлагаемой программы базируется на многолетнем опыте обучения широкой аудитории специалистов разного профиля в разветвленной сети институтов повышения квалификации ИТР, ведущих институтов страны, школ и обучающих семинаров по методам технического творчества.

В России, Белоруссии, Израиле, США есть фирмы, специализирующиеся на выполнении работ по разработке инновационных проектов развития, использующих технологию, близкую к предлагаемой в данной концепции.

Успешность реализации предлагаемой программы обеспечивается также наличием в Красноярске ассоциации «КрасТРИЗ», объединяющей широкий круг преподавателей, профессиональных изобретателей, специалистов по инновационному проектированию.

Автор настоящей концепции также имеет успешный многолетний опыт обучения студентов Политехнического института Сибирского федерального университета (СФУ) основам инновационного проектирования. В ходе многолетнего обучения были выполнены десятки концептуальных проектов, получены авторские свидетельства и патенты на изобретения. Часть инновационных проектов частично внедрена на производстве в нашей стране и за рубежом. Убедителен опыт обучения старшеклассников в ряде школ города (лицей № 1, школы № 22, 36, 72, Аэрокосмический лицей и т. д.) основам инновационного проектирования и выполнения ими десятков инновационных проектов.

Усиление образовательной программы подготовки инженеров и педагогов в области современной технологии поиска новых эффективных решений (технологии инновационного проектирования систем) с реализацией проектной формы обучения позволит:

- повысить уровень творческой подготовки инженеров, их активность и степень влияния на реальные производственные и социальные процессы;
- повысить практическую направленность образовательной программы специалиста;
- повысить адаптацию выпускника вуза к реальной среде;
- создавать в учебном процессе интеллектуальный продукт – инновационные проекты, направленные на развитие материальной и духовной культуры;
- устанавливать и развивать связи вуза с производством не только по функции подготовки специалистов, но и по функции оказания реальной помощи в повышении конкурентоспособности производства на рынке;

– продавать интеллектуальный продукт – проекты, патенты и т. д.

На основании разработанной концепции творческой подготовки инженеров нами была разработана

адаптированная под учебный процесс в вузе технология инновационного проектирования и методические рекомендации по организации инновационно-проектной деятельности студентов вуза.

Список литературы

1. Дмитриев В. А. Подготовка инженеров и педагогов профессионального образования к творческой деятельности на основе инновационного проектирования: монография. Томск: STT, 2006. 260 с.
2. Дмитриев В. А., Таюрский А. И., Степанова-Быкова А. С. Опережающее обучение: монография / Российская академия образования. Сибирское отделение. Красноярск, 2002. 145 с.
3. Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. Новосибирск, Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 225 с.
4. Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением: Жизненная стратегия творческой личности. Минск: Беларусь, 1994. 479 с.

Дмитриев В. А. кандидат технических наук, доцент.

Сибирский федеральный университет.

Пр. Свободный, 79, г. Красноярск, Россия, 660041.

E-mail: dmitrvladimir@yandex.ru

Материал поступил в редакцию 20.01.2009

V. A. Dmitriev

TECHNOLOGY OF INNOVATIVE PROJECTING IN LEARNING PROCESS OF ENGINEERS TRAINING

In article it is described the question of increasing quality engineering education is Considered (Examined) (item; clause) by means discovered model of the educational process. In (To; At) this model is included (switched on; listed) in addition external (outward; front-end) objective information, algorithm of the transformation to external (outward; front-end) information in (to; at) opened problems (tasks) and technology инновационного designing, which (who) is based on (upon; in; to; for; at; per; for) «Function-стоимостном analysis (test)» and «Theories of the decision of the invention problems (tasks)».

Key words: *formation, technology, development, model, invention activity, opened задачные of the system.*

Dmitriev V. A.

Sibirean Federal University.

Pr. Svobodnyi, 79, Krasnoyarsk, Russia, 660041.

E-mail: dmitrvladimir@yandex.ru