

Н. И. Куприянычева, Э. Б. Куприянычева

МЕТОДЫ ИНВЕРСИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Ключевые слова: инверсия, инженерное образование, творческие способности.

В статье рассматривается применение метода инверсии для развития творческих способностей студентов. Выделены четыре уровня инверсии для разных типов инженерных задач.

Keywords: the inversion, the development of creativity, engineering education.

This article discusses the development of creative abilities the students. The inversion is used for the development of creative abilities. Four levels of inversions are used for engineering problems.

К современному специалисту с высшим техническим образованием предъявляются требования не только к его компетентности и высокой квалификации, но, прежде всего, к умению ставить и решать актуальные задачи современности, разрабатывать и внедрять в производство технические новшества. Выпускник вуза, в результате инженерной деятельности, все чаще сталкивается с элементами технического творчества: рационализаторскими предложениями, полезными моделями, изобретениями и конструкторскими разработками. Перед бывшими студентами встают реальные задачи внедрения инновационных технологий в промышленное производство. В связи с этим, в условиях технического вуза необходимо развивать творческие способности студентов [1,2].

В качестве одного из перспективных направлений развития креативности будущих инженеров можно рассматривать моделирование технической творческой деятельности в процессе решения творческих задач. Понятия креативность и инновация, по мнению J. Badran, достаточно тесно связаны. [3]. Так, инновация – это ступенька к творчеству (изобретению), а творчество – это возможность сделать что-то новое, неважно в какой области науки.

Технология решения творческих задач по техническим дисциплинам можно представить как моделирование проблемных ситуаций, в которых каждое звено общей проблемной ситуации подчинено определенной микро-цели, требующей решения конкретной микро-задачи [5,6].

Творческую задачу можно рассматривать как некую совокупность условия (постановки) задачи, пути решения (алгоритма) и конечного творческого продукта. Для решения предметных задач можно использовать полученные знания и умения и уже известный алгоритм. Но если в условии задачи присутствуют не все данные или отсутствует алгоритм решения задачи, то такие задачи можно рассматривать как изобретательские (творческие). Решение творческих задач требует творческого подхода, и зависит от сбора и анализа технической информации, а, в некоторых случаях необходимо провести патентный поиск. Система действий в инженерном творчестве – это совокупность операций, конструктивно связанных, имеющих общее функциональное и технологическое единство. Все творческие задачи условно можно разделить на три основных типа:

- задачи на анализ, когда задается структура системы, но необходимо определить: как такая система функционирует;

- задачи синтеза, это задачи, в которых известно как она работает, но необходимо определить составляющие данной системы;

- задачи «черного ящика», в которых рассматривается система неизвестной структуры, но неизвестно как она работает [4].

Таким образом, любой объект можно рассматривать как систему, но в таком случае необходимо выделить системные характеристики, которыми являются: структура, свойства этой структуры, ее функция, а также ее связь с окружающей средой. Если в качестве технической задачи рассматривается устройство, то необходимо смоделировать его структуру, выявить иерархическое строение, установить взаимодействие отдельных элементов. Такой системный подход ориентирует студентов на применение научного подхода и включает их творческое воображение.

Важным вопросом в творческой учебной деятельности является умение студентов самостоятельно решать четко сформулированные задачи. Но более актуальным вопросом является конкретизация проблемы путем выявления и постановки задачи, вычленения ее из реальности, путем переформулирования и мысленного вычленения. Именно такой подход является определяющим в усилиях педагога по активизации учебной творческой деятельности студентов. Постановка вопросов – это «выражение активности познающего субъекта, которая проявляется в целенаправленном преодолении трудностей» [3]. Особенно такой подход актуален на начальных этапах обучения предмету. Но, по мере приобретения обучающимися, нового знания и опыта, необходимы задачи, требующие от студента все большего уточнения постановки цели задачи.

Таким образом, процесс решения творческих задач при изучении технических предметов рассматривается как частично выявленное противоречие к условиям конструктивно-технической деятельности и подлежит большей детализации. Многократное переформулирование позволяет неограниченно углубляться в изучение условий и требований задачи. Такое «погружение» формирует самостоятельность мышления и оригинальность ума обучающегося в разных научных направлениях. Преобразование творческих задач базируется на

межпредметных связях, связанных с ассоциативным мышлением, а продуктивность мышления зависит от степени систематизации этих знаний. Чем сложнее задача, тем более вариативными и систематизированными должны быть действия студента. Систематизация полученных знаний позволяет студенту отобрать наиболее подходящий способ или прием решения задачи, установить очередность операционных действий.

В решении творческих задач могут быть задействованы многообразные приемы и способы, но особого внимания заслуживает инверсия, или инверсионное смещение, когда творческая мысль смещается с одного объекта на другой. Инверсия – это в переводе с латинского *inverso* – перестановка. По мнению Дж. Диксона, рассматривавшего инверсию как простой, но наиболее действенный метод получения новых точек зрения на решение задачи, дает такое определение инверсии: «если некоторый объект обычно рассматривается снаружи, то применение метода инверсии означает, что теперь он будет исследован внутри. Если в рассматриваемом устройстве некоторая деталь всегда располагалась вертикально, то инверсия означает, что ее переворачивают вверх дном, ставят в горизонтальное положение» [4]. Более сложными являются многоуровневые инверсионные методы, которые рассчитаны, прежде всего, как на продвижение внутри одного уровня, так и применение при переходе с низкого уровня на более высокий. Продвижение между уровнями по вертикали происходит при помощи простейших локальных ассоциаций и может быть продолжено формированием более сложных ассоциативных систем. Если проследить изобретательскую деятельность специалиста, имеющего огромный практический опыт, то можно отметить в каждом последующем мысленном и практическом действии и даже отдельном техническом решении более высокий уровень систематизации знаний.

Учитывая динамику вопросов и целей, преподаватели эффективнее стимулируют студентов на более глубокую переработку исходного условия задачи, на нахождение задачи-аналога поставленной задачи, ее реконструкции. Таким образом, преподаватель управляет умственной деятельностью студентов. Происходит инициирование воли, воображения, мыслительной деятельности, являющихся неотъемлемой характеристикой всех ученых, новаторов и изобретателей всех уровней.

Инверсионное мышление, лежащее в основе решения творческих задач, по мнению А.Ф. Эсаулова, можно разделить на четыре, качественно разных уровня и, соответствующие каждому уровню, логические операции: сочленение - расчленение; совмещение - размещение, замещение; вынесение; обращение - отождествление [4]. Такая последовательность усложняющихся операций характеризует продвижение от менее к более продуктивной творческой деятельности. Действия по отбору нужной информации для преобразования задачи, включающие соединение - разъединение, образуются в процессе мышления и позволяют подходить к решению задачи с совершенно новых позиций. Происходит

включение исходного знания в новые системы связей, в последовательно усложняющиеся уровни конструктивных преобразований, где каждый последующий уровень отличается нарастающей степенью научно-технической продуктивности. По нарастающей продуктивности, инверсия условно делится на несколько уровней:

- первый, простейший уровень, условно называемый «инверсионное сочленение», характеризуется диапазоном аналитических операций в пределах «сочленения – расчленения». На этом уровне можно собрать многочисленные комбинации исходных объектов между собой. Это самый низкий уровень сложности вновь образованных объектов и поэтому объекты получили название «стыковочных». В таких устройствах (конструкциях) межпредметные связи характеризуются поверхностным влиянием. Результатом решения технических задач такого плана, выполняемых на первом инверсионном уровне, могут служить рационализаторские предложения и полезные модели. Как правило, это новшество, представляет сочлененный инструмент, легко разбираемый, выполняющий одновременно две или более функций. Можно в одном устройстве совместить и большее число независимо функционирующих самостоятельных объектов. Такие логические приемы играют роль ориентиров творческих достижений в разных областях техники. В техническом творчестве этот уровень больше известен как метод «разделения» и «объединения».

- второй уровень инверсии, определяемый как «инверсионное совмещение». К этому уровню инверсии относятся усовершенствования ручных инструментов: гаечных ключей, отверток. Однако такого рода усовершенствование достигается не поверхностным объединением исходных единиц, а на основе более глубокой взаимной ориентации этих единиц, преобразующих данное устройство путем перераспределения составных элементов (деталей) и функций внутри этих объектов. К операционным преобразованиям второго уровня инверсионного мышления относится не только линейное «совмещение» исходных объектов друг относительно друга, но и многообразная взаимная ориентация, принцип ассиметрии. К аналитическим операциям второго уровня в методике технического творчества относится также принцип сфероидальности, суть которого заключается в переходе от прямолинейных частей объекта к криволинейным, от плоских поверхностей к шарообразным конструкциям. Преобразуемые, в процессе усовершенствования, объекты могут «совмещаться» и «размещаться» между собой не только в пространстве, но и в определенной последовательности. Примером второго уровня может служить широко применяемая окраска труб при помощи рукавицы (промежуточный объект-переносчик). Этот принцип позволяет рационально изменять положение объектов в пространстве.

- третий уровень – «инверсионное замещение». Здесь процессы структурного преобразования объектов выходят за границы самой системы, что и определяет ее более высокий уровень межпредметного замещения. Решение инженерных задач проис-

ходит за счет перестановки составных элементов исходных объектов. Элементы объектов не только замещаются и размещаются между собой, но и глубоко замещаются друг другом с выносом составных элементов из данной системы как утративших полезную функцию. Простейшим примером такой инверсии является эволюция многочисленных изобретений по преобразованию пишущих ручек: гусиное перо плюс чернильница, далее ручку совмещают с чернильницей и получают самопишущую ручку. Но основная масса инверсионных преобразований этого типа приходится на отрасли, характеризующиеся высокопродуктивными процессами. Так, в проекте паровой машины Д. Папена в одном цилиндре совмещались функции рабочего цилиндра, парового котла и конденсатора. Далее И.И. Ползунов выделил паровой котел, а Д. Уатт пошел еще дальше: он выделил еще и конденсатор, что привело к большому усовершенствованию паровой машины. Инверсия третьего уровня в практике инженерного творчества больше известна как прием «вынесения какой-либо части из целого объекта», который до этого считался неделимым, а также известен как принцип «клин клином», когда отрицательный эффект, складываясь с другим отрицательным эффектом, дает положительный эффект.

- четвертый уровень – «инверсионное обращение», достигаемое включением данного объекта в механические, магнитные, биологические и другие системы связей. На этом уровне исходный объект проявляет свои новые функции как бы сам собой, при минимальных конструктивных преобразованиях, минимальных затратах. Такая кажущаяся простота конструкции обладает самой высокой степенью сложности и определяется ориентацией объекта в системе наиболее отдаленных межпредметных связей. Подобно оборотню исходные объекты могут магически исчезать и появляться, перевоплощаясь в самые немыслимые явления. Объект может принимать качественно новое агрегатное состояние, проявляет себя в разнородных формах движущейся материи, что и обеспечивает наиболее оригинальные решения ранее неразрешимых задач. Несмотря на кажущуюся простоту, инверсионное решение четвертого уровня является самым труднодоступным, о чем говорят исторические материалы в области изобретений, например, создание П.Н. Яблочковым электродуговой лампы. Изобретатель расположил угольные электроды параллельно, а не на одной горизонтальной прямой, как представлялось ранее, создав свою знаменитую «электрическую свечу». Яблочков сумел преодолеть «барьер» психологической инерции, подталкивающий на решение задачи в определенном направлении. Таким образом, техническое новшество четко указывает на оригинальный и весьма продуктивный результат, достигнутый с помощью взаимной инверсионной

ориентации исходных объектов без их существенного конструктивного изменения. В процессе решения задач этого уровня прослеживается многомерные преобразования исходной системы: исходная механическая система реконструируется за счет включения электромагнитных сил. Может происходить выворачивание предмета преобразования «наизнанку». Например, лед – вода, пар – вода, полимеризация – деполимеризация и т. д.

Четвертый уровень инверсии достигнуть очень трудно даже для очень опытных изобретателей. Логический диапазон операций этого уровня может быть выражен в весьма необычных формах и в крайне необычных связях с действительностью. И усмотреть эти связи очень трудно. Возникает проблема их отыскания. Другая проблема состоит в выявлении прототипа для новшества, на базе которого можно получить эффект инверсионного преобразования. Не следует игнорировать получение технического эффекта от применяемого новшества и за счет сил природы. В инженерном творчестве четвертый уровень известен под названиями: «наоборот», «вред в пользу», принцип «перегибания палки», когда усиление вредного фактора приводит к пользе.

Таким образом, при решении задач в диапазоне от первого до четвертого уровня инверсии наблюдается ступенчатая продуктивность творческого процесса. Операциям инверсионного мышления следует учить в вузах наряду с другими учебными предметами. Во многих технических вузах в настоящее время читаются курсы «Техническое творчество», «Инженерное творчество» в которых студентов знакомят с различными приемами и методами решения инженерных задач, которые позволяют студентам творчески подходить к решению задачи, способствуют развитию творческого мышления, креативности студентов.

Нет более благоприятных условий для эффективной интеграции приобретаемых во вузе знаний и формирования на их основе инверсионного мышления студентов, чем те, которые образуются при включении молодых людей в рационализаторскую и изобретательскую деятельность [4].

Литература

1. А.А.Сафина. *Вестник казан. технол. ун-та*, 16, №3, С.299-302. (2013);
2. И.И. Фролова, Т.Н. Ахметзянова, Н.Ш. Валеева. *Вестник казан. технол. ун-та*, 16, № 1, С. 350 – 355. (2013);
3. J. Badran. *European Journal of Engineering Education*, 32, 5, С, 573-585, (2007);
4. А.Ф. Эсаулов. *Активизация учебно-познавательной деятельности студентов*: Науч.-метод. пособие. - М.: Высшая школа, 1982. - 223с.;
5. Н.И. Куприянычева, Э.Б. Куприянычева. *Вестник казан. технол. ун-та*, 14, №, С.309-314. (2011);
6. И. Мюллер. *Эвристические методы в инженерных разработках*. /Пер. с нем. – М.: Радио и связь, 1984. - 144с.

© Н. И. Куприянычева – к.п.н., доцент кафедры техники и физики низких температур НХТИ КНИТУ, bori51@mail.ru; Э. Б. Куприянычева – к.ф.н., доц. каф. политологии и истории Самарского государственного исследовательского аэрокосмического университета, ella5@mail.ru.

© N. I. Kuprianycheva - associate professor department technology and low-temperature physics of NCHTI KNRTU, bori51@mail.ru; E. B. Kuprianycheva - associate professor department politologii and the history Of the Samarskogo state research aerospace university, ella5@mail.ru.