

УДК 37

И.А. Ревин, И.В. Червоная

Южно-Российский государственный политехнический

университет (НПИ) им. М.И. Платова

г. Новочеркасск, Россия

chervonaya.irina2014@yandex.ru

МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМНОГО ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА¹

**[*Revin I.A., Chervonaya I.V. Methods of development
of the systems engineering thinking of students of technical university*]**

It is considered the justification of selection of methods for forming the system engineering thinking of students of technical University. Based on the analysis of modern researches in the field of professional thinking, the essential components of engineering thinking recognizes the technical, creative, and systems thinking. The article proposes to consider systems thinking as a product of the joint work of visual and abstract-logical types of thinking. It is recommended to use in educational process methods aimed at enhancing the interaction of visual e and logical thinking. Based on this it is proposed to use the tasks with a visual component, preventing logical decision. The article discusses the features of the methods of concept maps, mind maps, reference notes, which are based on the principle of visualization of essential concepts and relations between them in the learning material.

Key words: engineering systems thinking, abstract logical thinking, visual thinking, concept map, mind mapping.

Перед современной инженерной педагогикой стоит важная и сложная задача инновационного развития образования, которое наряду с наукой и производством является единой системой, способствующей экономическому и технологическому прогрессу общества. Требуются специалисты, обладающие прочными обширными знаниями, умеющие использовать их на практике для решения практических проблем [1]. Эти качества являются неотъемлемой составляющей конкурентоспособности специалистов инженерно-технического профиля [3].

¹Результаты работы получены при поддержке проекта № 2873 «Теория, методика и технологии профессионального образования по направлениям подготовки, соответствующим приоритетным направлениям модернизации и технологического развития российской экономики», выполняемого в рамках базовой части государственного задания № 2015/143. Номер государственного задания 2016/143.

Поэтому очень важным для педагогов технических вузов является использование современных методов формирования профессионального мышления студентов инженерных специальностей. Набор инновационных методов обучения достаточно широк, однако далеко не все они могут быть эффективными в инженерной подготовке. Инженерное мышление обладает рядом особенностей, которые необходимо учитывать при выстраивании учебного процесса.

Проведено обоснование выбора методик для формирования и развития инженерного мышления и его важнейшего качества – системности. Для достижения цели необходимо выполнение следующих задач:

1. провести анализ психолого-педагогических механизмов функционирования инженерного мышления;
2. сравнить методы развития инженерного мышления, их особенности и возможности.

В научных работах по исследованию инженерного мышления можно встретить различные трактовки этого вида мышления.

Авторы в определении инженерного мышления используют описание класса задач, которые должны быть решены при его использовании. М.Н. Очиров, О.А. Гармаева под профессиональным мышлением инженера понимают мышление, детерминированное его профессиональной деятельностью в современных условиях, требующих от инженера способности разрешать проблемные ситуации в его профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, эстетических, эргономических, коммуникативных, управленческих требований [6].

Д.А. Мустафина, И.В. Ребро, Г.А. Рахманкулова рассматривают «инженерное мышление» как особый вид мышления, формирующийся и проявляющийся при решении инженерных задач, позволяющий быстро, точно и оригинально решать поставленные задачи, направленные на удовлетворение технических потребностей в знаниях, способах, приемах с целью создания технических средств и организации технологий. По мнению этих авторов, инженерное мышление имеет следующую структуру: техническое мышление, которое заключается в умении анализировать состав, структуру, устройство и принцип работы технических объектов в измененных условиях; конструктивное мышление дает возможности построения определенной модели решения поставленной проблемы, под которой понимается умение сочетать теорию с

практикой; исследовательское мышление состоит в определении новизны в задаче, умении сопоставить с известными классами задач, умение аргументировать свои действия, полученные результаты и делать выводы; экономическое мышление – рефлексия качества процесса и результата деятельности с позиций требований рынка [5].

Другие авторы при дефиниции инженерного мышления акцентируют внимание на внутренних механизмах его протекания. На наш взгляд, именно такой подход позволяет отразить сущность инженерного мышления. М.М. Зиновкина считает, что инженерное мышление – это системное творческое техническое мышление, позволяющее видеть проблему целиком с разных сторон, видеть связи между ее частями [2]. З.С. Сазонова, Н.В. Четчина утверждают, что инженерное мышление опирается на хорошо развитое воображение и включает различные виды мышления: логическое, творческое, наглядно-образное, практическое, теоретическое, техническое, пространственное и др. Главные из них – творческое, наглядно-образное и техническое. Как психологическая категория инженерное мышление обладает понятийно-образно-практической структурой [7].

Таким образом, инженерное мышление традиционно трактуют как техническое, творческое, практическое, системное. Собственно говоря, только техническое мышление является специфической составляющей инженерного мышления. Оно определяет легкость овладения и понимания принципов работы и устройства технических систем.

Остальные характеристики – системность, творческий, практический характер, являются неспецифическими, т.е. необходимы и в других видах профессионального мышления (мышление врача, педагога, агронома и др.). Именно системность как важнейшая особенность инженерного мышления требует особого внимания педагогов, что подчеркивают авторитетные исследователи данной проблемы (Э. де Боно, С.М. Василейский, Н.М. Пейсахов, К.К. Платонов, Я.А. Пономарев, Г.С. Альтшуллер, М.М. Зиновкина).

По мнению Ю.В. Федосеевой, под системным мышлением «понимается мышление, учитывающее все положения системного подхода – всесторонность, целостность, многоаспектность, взаимосвязанность, влияние всех значимых для данного рассмотрения систем и связей, как новое видение с направленностью на интегративный синтез знаний, нацеленное на всесто-

роннее познание предмета, отражающее разные стороны, аспекты объектов, на целостность, многомерность бытия» [8]. М.М. Зиновкина указывает, что системное инженерное мышление позволяет видеть проблему целиком с разных сторон, связи между ее частями, дает возможность рассматривать одновременно систему, надсистему, подсистему, связи между ними и внутри них, причем для каждой из них – видеть прошлое, настоящее и будущее. Другими словами, системное инженерное мышление должно быть многоэкранным [2].

Системность можно сравнить со сложным готовым пазлом, где каждая частица мозаики находится на своем месте. В противовес этому мозаичное мышление представляет собой набор отдельных кусочков информации, не связанных друг с другом, не дающих целостного представления о рассматриваемом объекте.

Конечно, в реальной жизни далеко не всегда имеется полный набор элементов мозаики (отдельных сведений о явлениях, закономерностях между ними). Но имея большой, хотя и не целостный набор информации, системное мышление стремится упорядочить эту информацию, построить общую схему известных сведений об объекте или явлении, создать ее из разрозненных элементов. В этом случае, даже если человек не обладает какими-либо сведениями, то опираясь на существующую схему явления, он может предсказать, спрогнозировать недостающие сведения. Именно о таком процессе известный французский философ К.А. Гельвеций сказал: «Знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых фактов».

Системность дает возможность осознанно использовать знания для решения практических задач, делает информацию не мертвым грузом, хранящимся в памяти, а инструментом решения профессиональных проблем. З.С. Сазонова утверждает, что инженерное мышление является наглядно-образным и логическим. Однако, по нашему мнению, эти виды мышления участвуют в инженерном мышлении совместно, и именно их взаимодействие обеспечивает проявление системности.

Анализ особенностей и механизмов системного мышления позволяет утверждать, что для развития этого качества мышления требуются методы:

1. вводящие учащегося в деятельность, выполнение которой требует совместной работы образного и логического мышления;

2. требующие выполнения деятельности, объективирующей, экстерииорирующей процессы построения схем, отражающих систему знаний в мышлении учащихся. Эти методы должны быть основаны на принципе визуализации, переработки информации в наглядные схемы.

Одним из способов развития системности мышления могут служить специальные задачи, которые заставляют образное и логическое мышление взаимодействовать в процессе мыслительной деятельности.

Подобных задач немало, в качестве примера можно использовать задачу на смекалку. Что весит больше пуд перьев или пуд камней? Какова внутренняя схема мыслительной деятельности при решении подобных задач? Зачастую, когда испытуемый слышит условие задачи, то в его представлении возникают наглядные образы: пуд перьев – огромная гора на весах и рядом несколько больших камней. Если решение задачи происходит на уровне наглядно-образного воображения, а логическое уходит на второй план, то легко сделать ошибку. Нельзя утверждать, что логическое мышление не актуализируется в ходе решения данной задачи. Однако возникший при этом зрительный образ оказывается ярче, сильнее, значимее, и логическое мышление уступает работу по дальнейшему решению задачи наглядно-образному мышлению. В этом случае оба вида мышления не взаимодействуют при решении задачи, а выступают разрозненно.

Подобная схема решения может быть продемонстрирована в небольшом исследовании с использованием психодиагностической методики «Логичность умозаключений». Испытуемым нужно было определить, какие из 14 умозаключений являются верными, а какие – ложными. Девятое задание звучало так: «Все металлы куются. Золото – металл. Следовательно, золото куется». В качестве 15-го задания мы добавили следующее: «Все металлы куются. Ртуть – металл. Следовательно, ртуть куется».

В опыте принимали участие лица с высшим образованием, от 23 до 65 лет. Правильный ответ на последний вопрос дали 13% участников. Остальные (87%) отнесли данное умозаключение к неверным. При ответах на все остальные вопросы методики у испытуемых диагностируется высокий уровень логичности в рассуждениях.

Ошибочные результаты ответа на 15-ый вопрос не отражают уровень логического мышления, который является, несомненно, высоким в данной выборке ис-

пытуемых. Почему же лица с высшим образованием, аспиранты и преподаватели с высокоразвитым абстрактно-логическим мышлением часто делают ошибку в этом вопросе? Объяснение, на наш взгляд, заключается в особенностях задания.

Анализ рефлексивных описаний показал, что ход решения данной задачи у испытуемых, неверно ответивших на этот вопрос, был примерно одинаковым. С помощью логического мышления при решении данного силлогизма испытуемый делает правильный вывод о том, что ртуть куется. Но образное мышление принимает решение по другим критериям. В представлении всплывает образ жидкой, текучей субстанции. Образное мышление создает образ кузнеца, который изо всех сил ударяет тяжелым молотом по лужице ртути, и та разлетается на мелкие капли. «Конечно, ртуть ковать нельзя», – следует вывод. Только при совместной работе наглядно-образного и абстрактно-логического видов мышления эта задача решается правильно. Можно ли ковать ртуть? Возникает образ жидкой блестящей подвижной капли (включается образное мышление). Ковать ртуть можно было бы, если бы она стала твердой (логическое мышление). Возникает образ серебристого блестящего кубика (образное мышление). Возможно ли это? Вещества могут быть в трех агрегатных состояниях (логическое мышление). Зрительный образ жидкой капли ртути уже не может повлиять на правильность решения.

Можно заметить, что задачи о сравнении пуда перьев с пудом камней и задача о ртути похожи по внутренней структуре. Наглядные образы, возникающие при решении столь яркие, что мешают правильным логическим рассуждениям. Только на основе взаимодействия образного и логического мышления, что лежит в основе системности, можно преодолеть ошибки и сделать правильный вывод. Подобные задачи, разумеется, адаптированные к учебным дисциплинам, могут служить для развития и тренировки важнейшего качества инженерного мышления.

Еще одним мощным инструментом развития системного мышления являются методы, опирающиеся на визуализацию изучаемого материала. Особый интерес представляют следующие: метод карт понятий (concept map), метод опорных конспектов, интеллект-карты (mind mapping). Их достоинством является тренировка способности работать с большими массивами информации, представленной как в устной, так и в письменной форме. В результате систематизации, анализа, синтеза, обобщения, сравнения, выделения главных мыслей ис-

ходный материал перерабатывается в наглядную графическую форму. Такая визуализация не только облегчает запоминание материала, но и способствует согласованной, совместной работе образного и логического мышления.

Этим требованиям отвечает метод карт понятий. Он опирается на теорию семантических сетей Д. Озьюбелла, которая описывает законы построения научных знаний. По мере накопления информации об окружающем мире, происходит создание картины мира в схематической форме. Ее можно представить в виде решетки (сети), в узлах которой расположены основные понятия, между которыми обязательно указываются существующие связи. Составляя карту понятий при изучении нового материала, учащиеся создают собственную схему представления информации. Этот метод позволяет объективизировать скрытый процесс построения системы знаний учащихся, отражающей современные научные представления о мире. Создавая карты понятий с разной степенью детализации, учащиеся учатся видеть связи внутри элементов рассматриваемого объекта, подсистемы, связи с надсистемами. Это чрезвычайно полезное умение способствует развитию системного инженерного мышления.

Карты понятий позволяют визуализировать структуру научных знаний и в этом их отличие от интеллект-карт, которые ориентированы на отражение индивидуальных представлений и ассоциаций в виде наглядных схем. Интеллект-карты основаны на субъективном представлении информации. При их создании широко используются личные ассоциации студента. В них отражаются не столько научные сведения, а скорее эмоционально-образный материал.

Метод опорных конспектов допускает использование символов, обозначений, сокращений, рисунков. Но не предполагает отражения связей между понятиями, что делает его менее полезным, по сравнению с картами понятий.

Таким образом, анализ механизма функционирования системного мышления показывает, что для развития инженерного мышления требуются методы, направленные на тренировку взаимодействия образного и логического мышления учащихся. Использование метода карт понятий (conceptmap) и других средств, опирающихся на визуализацию продуктов мыслительной деятельности, является весьма эффективным для развития системности мышления будущих инженеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алисултанова Э.Д.* Компетентностный подход как инновационная доминанта инженерного образования // Гуманитарные и социальные науки 2011. № 1.
2. *Зиновкина М. М.* Инженерное мышление. М., 1996.
3. *Иванайская Т.Л.* Развитие конкурентоспособности молодых специалистов при обучении в техническом вузе // Гуманитарные и социальные науки. 2014. № 1.
4. *Кудрявцев Т.В.* Психология технического мышления / Дис. докт. психол. наук. М., 1971.
5. *Мустафина Д.А., Ребро И.В., Рахманкулова Г.А.* Негативное влияние формализма в знаниях студентов при формировании инженерного мышления // Инженерное образование. 2011. № 7.
6. *Очиров М.Н., Гармаева О.А.* Развитие профессионального мышления будущих инженеров // Вестник Бурятского государственного университета. 2013. № 15.
7. *Сазонова З.С., Чечеткина Н.В.* Развитие инженерного мышления – основа повышения качества образования. Учебное пособие. М., 2007.
8. *Федосеева Ю.В.* Развитие системного мышления студентов колледжа на основе использования информационных технологий / Дис. канд. пед. наук. Магнитогорск, 2009.

REFERENCES

1. *Alisultanova E.D.* Competence approach as an innovative dominant engineering education // Humanities and Social Sciences. 2011. No 1.
2. *Zinovkina M.M.* Engineering thinking. M., 1996.
3. *Ivanaysky T.L.* Development of the competitiveness of young specialists trained at technical high school // Humanities and Social Sciences. 2014. No 1.
4. *Kudryavtsev T.V.* Psychology technical thinking / Dis. Doctor. psychol. Sciences. Moscow, 1971.

5. *Mustafina D.A., Rebro I.V., Rakhmankulova G.A.* The negative influence of formalism in the formation of students' knowledge of engineering thinking // Engineering education. 2011. No 7.
6. *Ochirov M.N., Garmaeva O.A.* Development of professional thinking of the future engineers // Bulletin of the Buryat State University. 2013. No 15.
7. *Sazonov Z.S., Chechetkina N.V.* The development of engineering thinking – the basis of improving the quality of education. Tutorial. Moscow, 2007.
8. *Fedoseyev Y.V.* Development of system thinking of college students on the basis of the use of information technology / Dis. cand. ped. Sciences. Magnitogorsk, 2009.

16 марта 2016 г.
