

Некоторые аспекты формирования инженерного мышления

М.Б. Ковальчук

Винницкий национальный технический университет (Украина)

Данная работа посвящена проблеме формирования компонентов инженерного мышления студентов в учреждениях высшего технического образования.

Цель статьи – исследовать у студентов-первокурсников уровни развития типов мышления, которые являются базовыми в процессе формирования компонентов инженерного мышления для их развития и формирования.

Материал и методы. Материалом служат личностные характеристики будущего выпускника технического университета, развитие которых способствует формированию компонентов инженерного мышления. Автором применялись такие методы познания, как наблюдение, аналогия, анализ, синтез, абстрагирование.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе исследования был осуществлен подбор тестовых заданий, определен состав участников (студенты-первокурсники по направлению «Электроэнергетика, электротехника и электромеханика»). На втором этапе проведен опрос студентов в форме тестирования и систематизированы результаты исследования.

Тестовые задания состояли из четырех блоков вопросов. Каждый блок соответствовал определенному типу мышления. Результаты выполнения заданий теста обнаружили недостаточную сформированность компонентов инженерного мышления.

Заключение. Таким образом, лишь незначительное количество студентов имеют высокий уровень развития типов мышления; самое сложное при этом работать с абстрактными образами и делать логические выводы, поскольку наименьший процент студентов имеют высокий уровень развития абстрактно-символического и словесно-логического типов мышления.

Ключевые слова: инженерное мышление, профессиональная деятельность, компоненты инженерного мышления.

Some Aspects of Shaping Engineering Thinking

M.B. Kovalchuk

Vinnitsia National Technical University (Ukraine)

This article is devoted to the problem of shaping student engineering thinking components in higher technical education institutions.

The purpose of the article is to investigate levels of development of the types of the first-year student thinking which are basic in the process of shaping engineering thinking components with the view of their development and formation.

Materials and methods. The research material is the personality characteristics of would-be graduating student of the technical university – the main types of thinking, the development of which contributes to shaping engineering thinking components. In the process of the research, such methods of study as observation, analogy, analysis, synthesis, abstraction, etc. were used.

Findings and their discussion. At the first research stage the choice of test tasks was made, the participants were identified (first-year students majoring in Electrical Power, Electrical Technology and Electrical Mechanics). A questionnaire of the students in the form of tests was conducted at the second stage, the research findings were systematized.

The test tasks comprised four blocks of questions. Each block of questions corresponds to a certain type of thinking. The test results indicated an insufficient level of engineering thinking development.

Conclusion. The research findings showed that only a small number of students have a high level of thinking types development; the most difficult for students is to work with abstract images and draw logical conclusions, since a very small percentage of students have a high level of abstract-symbolic and verbal-logical types of thinking.

Key words: engineering thinking, professional activity, components of engineering thinking.

Развитое инженерное мышление является одной из важных компонент успешной профессиональной деятельности будущего инженера. Мышление как специфическая психическая деятельность обеспечивает отображение и творческое преобразование явлений инженерного проектирования [1]. Сформированность этого вида мышления во многом определяется качеством образовательного процесса на этапе профессионального становления личности в процессе подготовки в учреждениях высшего образования.

Исследовались различные аспекты формирования компонент инженерного мышления, в частности:

- особенности формирования инженерного мышления в высших технических учебных заведениях;
- особенности развития технического мышления студентов средних специальных учебных заведений на основе междисциплинарных интеграций;

– были определены концептуальные основы формирования инженерного мышления в процессе обучения основам теории технических систем;

– проведен логико-методологический анализ инженерного мышления и инженерного знания.

Вместе с тем многие выпускники технических университетов испытывают трудности в применении технических знаний в своей инженерной деятельности, что связано с недостаточным согласованием предметной и профессиональной составляющих подготовки студентов. Это акцентирует внимание на проблеме формирования компонент инженерного мышления студентов в системе высшего профессионального образования.

Цель статьи – исследовать у студентов-первокурсников уровни развития типов мышления, которые являются базовыми в процессе формирования компонент инженерного мышления для их развития и формирования.

Материал и методы. Материалом служат личностные характеристики будущего выпускника технического университета – основные типы мышления, развитие которых способствует формированию компонент инженерного мышления. В процессе исследования применялись такие методы познания, как наблюдение, аналогия, анализ, синтез, абстрагирование.

Использование метода абстрагирования помогло выделить главное, представить процесс формирования инженерного мышления в виде системы взаимосвязанных компонент. Применение анализа и синтеза состояло в последовательном раскрытии основных структурных компонент инженерного мышления и сочетании их в системное целое. Метод систематизации и обобщения использовался для обработки результатов тестирования.

Результаты и их обсуждение. Растущая техническая сложность средств производства предъявляет высокие требования к профессиональным интеллектуальным качествам инженера и его творческим способностям.

Основу дальнейшей профессиональной деятельности инженеров составляют производственная, исследовательская, проектировочная, организационная, управленческая, технологическая, контрольная и прогностическая функции. Эти функции реализуются через определенную совокупность действий, в частности это:

– сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по направлению работы (*исследовательская функция*);

– синтез систем или отдельных их составляющих, разработка документации, необходимой для осуществления и использования объектов и процессов (*проектировочная функция*);

– упорядочение структуры и взаимодействия составляющих элементов системы, то есть организация деятельности, планирование и временное упорядочение выполнения работ, обоснование последовательности, длительности и сроков выполнения (*организационная функция*);

– действия по достижению поставленной цели через информационное обеспечение устойчивого функционирования и развития систем (*управленческая функция*);

– воплощение поставленной цели по известным алгоритмам, то есть специалист выступает как структурный элемент (звено) определенной технологии (*технологическая функция*);

– осуществление контроля в пределах своей профессиональной деятельности в объеме должностных обязанностей (*контрольная функция*);

– анализ и прогнозирование профессиональной деятельности (*прогностическая функция*).

Задача высшей школы – сформировать профессиональные компетентности на уровне, который позволит успешно реализовывать данные функции.

Качество освоения профессиональными компетентностями будущими инженерами-энергетиками напрямую связано с уровнем сформированности инженерного мышления. Этот уровень оценивается в зависимости от сферы деятельности и степени неопределенности ситуаций, в которых будущий инженер может действовать самостоятельно. Также он зависит от возможных способов деятельности, которыми располагает будущий инженер, и от предпочтений в выборе одного из этих способов.

Инженерное мышление является профессионально важным видом мышления инженера. Его специфика проявляется в деятельности и обуславливается содержанием целей, проблемными ситуациями, которые решаются профессионалом на разных этапах его карьеры. Это содержательная сторона профессионального мышления [2].

Сформированность данного вида мышления и успешность инженера в будущей профессиональной деятельности во многом определяются качеством образовательного процесса на этапе профессиональной подготовки в учреждениях высшего образования. Ориентация образования на развитие личности связана с созданием условий для раскрытия и формирования индивидуальности студента, его качеств как субъекта социальной, профессиональной и интеллектуальной активности [3, л. 109].

Общепризнано, что в условиях нарастания темпов технического прогресса, когда знания и технологии стареют довольно быстро, на первый план выходит не столько проблема вооружения выпускника технического университета знаниями и методами, сколько развития его умственных способностей, необходимых для разработки новых инженерных технологий.

Одной из важных составляющих готовности инженера к профессиональной деятельности является развитое его инженерное мышление [3, л. 11].

Инженерное мышление – это достаточно сложный понятийный конструкт, содержащий комплекс специфических видов мышления. Поэтому процесс его формирования у будущих инженеров-электриков требует ком-

плекса процедур и мероприятий, согласованного сочетания современных форм, методов и средств профессиональной подготовки этих специалистов [4, л. 32].

«Сформированность инженерного мышления» как психический феномен структурируется динамичным взаимодействием пяти компонентов: владением языком техники, понятийного, образного, практического, оперативно-алгоритмического компонентов в их непрерывном развитии. Понятийный компонент обеспечивает сформированность технических понятий. Образный – способствует возникновению сложной системы образов и умению оперировать ею. Практический – предусматривает обязательную проверку полученного результата на практике. «Теоретические (понятийные), образные (наглядные) и практические (действенные) компоненты не только взаимосвязаны (что имеет место в других видах деятельности), но и взаимодействуют, причем каждый из компонентов предстает в роли равноправного члена триединства», – отмечает Т. Кудрявцев [5, с. 230].

Конечной целью изучения учебной дисциплины, в частности высшей математики, выступает формирование способностей деятельности, которые лежат в основе определенного компонента (компонентов) инженерного мышления.

В инженерном образовании математика служит как одно из основных средств, влияющих на формирование профессиональных компонент [6]. Эти компоненты могут быть сформированы только в результате специально организованной деятельности. Механизм формирования инженерного мышления состоит не в простой передаче знаний, а в управлении учебной деятельностью студентов по овладению знаниями, умениями и навыками. Поэтому целью нашего исследования, еще раз подчеркнем, является выявление уровней развития типов мышления, которые отвечают за формирование понятийного, практического и образного компонентов инженерного мышления для их дальнейшего развития. Нельзя сказать, что типы мышления взаимно исключают друг друга. Нет такого человека, который в своей мыслительной деятельности мог бы обойтись только одним типом мышления.

Современная психология предлагает целый ряд классификаций типов мышления. В своем исследовании мы используем классификацию по форме организации умственной деятельности. Это:

- наглядно-образное мышление (основывается на образах представлений, преобразовании ситуации в план образов, воспроизводится разнообразие характеристик объекта);
- предметно-действенное мышление (базируется на реальном преобразовании ситуации и выполнении конкретного действия);
- абстрактно-символическое мышление (опирается на понятия или суждения без применения эмпирических (практических) данных);
- словесно-логическое мышление (основывается на преобразовании мыслеформ).

На первом этапе нашего исследования, благодаря анализу научно-педагогической литературы, был осуществлен подбор тестовых заданий, определен состав участников (студенты-первокурсники по направлению «Электроэнергетика, электротехника и электромеханика»). На втором этапе проведен опрос студентов в форме тестирования и систематизированы результаты исследования.

Тестовые задания состояли из четырех блоков вопросов. Каждый блок вопросов соответствовал определенному типу мышления.

Первый блок (табл. 1). Задания на выявление уровня развития предметно-действенного (ПД) мышления.

Этим типом мышления обладают люди с практическим складом ума. Они лучше усваивают информацию через движения и обладают хорошей координацией движения. Преобразование информации осуществляется с помощью предметных действий, операции выполняются только последовательно. Результатом является мысль, воплощенная в новой конструкции.

Таблица 1

Уровни развития предметно-действенного мышления

	Кол-во студентов в группе	Уровни развития предметно-действенного мышления					
		низкий		средний		высокий	
		Кол-во студентов	в %	Кол-во студентов	в %	Кол-во студентов	в %
Группа 1	18	0	–	9	50 %	9	50%
Группа 2	14	0	–	9	64,26%	5	35,7%
Группа 3	13	0	–	10	76,9%	3	23%
Группа 4	21	1	4,7%	8	38%	12	57,12%
Общее	66	1	1,5%	36	54,3%	29	43,8%

Второй блок (табл. 2). Задания на определение уровня развития абстрактно-символического (АС) мышления.

Оно опирается на общие и отвлеченные понятия. Люди с подобным типом мышления могут усваивать информацию с помощью математических кодов, формул, операций, с помощью того, что невозможно потрогать. Они больше всего склонны к анализу, обобщению и абстрагированию. Благодаря особенностям такого мышления

на основе гипотез сделаны многие открытия во всех областях науки. Результатом является мысль, выраженная в виде структур и формул, фиксирующих существенные отношения между символами.

Таблица 2

Уровни развития абстрактно-символического мышления

	Кол-во студентов в группе	Уровни развития абстрактно-символического мышления					
		низкий		средний		высокий	
		Кол-во студентов	в %	Кол-во студентов	в %	Кол-во студ-в	в %
Группа 1	18	5	27,5%	5	27,5%	8	44,4%
Группа 2	14	2	14,28%	8	57,12%	4	28,56%
Группа 3	13	1	7,7%	9	69,2%	3	23%
Группа 4	21	6	28,56%	11	52,36%	4	19%
Общее	66	14	21,2%	33	49,8%	19	28,7%

Третий блок (табл. 3). Задания на установление уровня развития словесно-логического (СЛ) мышления.

Это мышление присуще людям с ярко выраженными вербальными способностями. Благодаря развитому словесно-логическому мышлению люди могут ясно, четко и образно формулировать свои мысли и доносить их до общественности.

Таблица 3

Уровни развития словесно-логического мышления

	Кол-во студентов в группе	Уровни развития словесно-логического мышления					
		низкий		средний		высокий	
		Кол-во студентов	в %	Кол-во студентов	в %	Кол-во студентов	в %
Группа 1	18	1	5,6%	10	55,5%	7	38,9%
Группа 2	14	2	14,3%	11	78,5%	1	7,14%
Группа 3	13	3	23%	6	46%	4	31%
Группа 4	21	6	28,6%	12	57%	3	14,4%
Общее	66	12	18,2%	39	58,9%	15	22,6%

Четвертый блок (табл. 4). Задания на определение уровня развития наглядно-образного (НО) мышления.

Данный тип мышления – мышление по представлению. Человек с подобным мышлением легко представляет себе образ объекта, предмета или явления своих мыслей. Эти образы всегда конкретны и неповторимы, потому что, как правило, в мышлении таких людей в первую очередь возникает операция синтеза. Люди с развитым наглядно-образным мышлением легко могут представить и то, что было, и то, что будет, и то, чего никогда не было и не будет. Будущие инженеры должны обладать развитым наглядно-образным мышлением.

Результатом наглядно-образного мышления является синтезированный объект, то есть образ.

Таблица 4

Уровни развития наглядно-образного мышления

	Кол-во студентов в группе	Уровни развития наглядно-образного мышления					
		низкий		средний		высокий	
		Кол-во студентов	в %	Кол-во студентов	в %	Кол-во студентов	в %
Группа 1	18	1	5,6%	10	55,5%	7	38,85%
Группа 2	14	1	7,14%	7	50%	5	35,7%
Группа 3	13	1	7,69%	3	23%	9	69,2%
Группа 4	21	1	4,76%	13	61,9%	7	33,3%
Общее	66	4	6%	33	49,8%	28	42,3%

Обобщим результаты исследования в табл. 5.

Общая сводная таблица

Типы мышления	Уровни развития мышления					
	низкий		средний		высокий	
	количество студентов	в %	количество студентов	в %	количество студентов	в (%)
ПД	1	1,5%	36	54%	29	43,8%
АС	14	21,2%	33	49,8%	19	28,7%
СЛ	12	18,2%	39	58,9%	15	22,6%
НО	4	6%	33	49,8%	28	42,3%

Результаты выполнения заданий теста обнаружили недостаточную сформированность компонентов инженерного мышления, в частности:

- у большинства студентов (до 60%) все типы мышления имеют средний уровень развития;
- только незначительное количество студентов (до 30%) обладает высоким уровнем развития типов мышления;
- сложнее всего студентам работать с абстрактными образами и делать логические выводы, поскольку наименьший процент студентов имеют высокий уровень развития АС и СЛ типов мышления.

Заключение. Таким образом, с целью формирования и развития компонентов инженерного мышления в учебной деятельности целесообразно использовать задания на формирование логико-алгоритмических компонентов мышления, на совершенствование умений анализировать, синтезировать и прогнозировать.

ЛИТЕРАТУРА

- Gilmanshin I. and Gilmanshina S. (2015) The formation of students' engineering thinking as a way create new techniques, technologies, materials. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 134, conference, 1.
- Gilmanshina S., Sagitova R., Kosmodemyanskaya S., Khalikova F., Shchavaleva N., Valitova G. and Motorygina N. (2015) Professional Thinking Formation Features of Prospective Natural Science Teachers Relying on the Competence-Based Approach. Review of European Studies, Vol. 7, No. 3.
- Євсєєва, О.Г. Проектування і організація навчання математики студентів вищих технічних навчальних закладів на засадах діяльнісного підходу: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / О.Г. Євсєєва. – Донецьк, 2013. – 605 арк.
- Терьохіна, О.Л. Формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування у процесі фахової підготовки: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / О.Л. Терьохіна. – Запоріжжя, 2016. – 261 арк.
- Кудрявцев, Т.В. Психология технического мышления: Процесс и способы решения технических задач / Т.В. Кудрявцев. – М.: Педагогика, 1975. – 304 с.
- Goold E. (2012) The Role of Mathematics in Engineering Practice and in the Formation of Engineers. Thesis Submitted for the Award of Doctor of Philosophy, National University of Ireland Maynooth, Vol. 1 of 2, p. 58.

REFERENCES

- Gilmanshin I., Gilmanshina S. (2015) The formation of students engineering thinking as a way create new techniques, technologies, materials. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 134, conference, 1.
- Gilmanshina S., Sagitova R., Kosmodemyanskaya S., Khalikova F., Shchavaleva N., Valitova G., Motorygina N. (2015) Professional Thinking Formation Features of Prospective Natural Science Teachers Relying on the Competence-Based Approach. Review of European Studies, Vol. 7, No. 3.
- Yevsieyeva O.H. *Proyektuvannya i orhanizatsiya navchannya matematyky studentiv vyshchyykh tekhnichnykh navchalnykh zakladiv na zasakh diyalnisnokho pidkhodu: dys. dok. ped. nauk* [Designing and Organization of Teaching Mathematics Students of Higher Technical Educational Institutions on the Basis of the Activity Approach: Dr. Sc. (Education) Dissertation], Donetsk, 2013, 605 p.
- Teriokhina O.L. *Formuvannya tekhnichnoho myslennia maibutnikh bakalavriv mashynobuduvannya u protsesi fakhovoi pidhotovky: dys. ... kand. ped. nauk* [Shaping Technical Thinking of Would-be Bachelor of Mechanical Engineering in the Process of Professional Training: PhD (Education) Dissertation], Zaporizhzhia, 2016, 261 p.
- Kudriavtsev T.V. *Psykhologiya tekhnicheskogo myshleniya: Protsess y sposoby resheniya tekhnicheskyykh zadach* [Psychology of Technical Thinking: The Process and Techniques for Solving Technical Problems], M., Pedagogika, 1975, 304 p.
- Goold E. The Role of Mathematics in Engineering Practice and in the Formation of Engineers. Thesis Submitted for the Award of Doctor of Philosophy, National University of Ireland Maynooth, Vol. 1 of 2, p. 58.

Поступила в редакцию 02.03.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: maya.kovalchuk@gmail.com – Ковальчук М.Б.