

*Ольга Леонидовна Терехина,
аспірант кафедри управління навчальним закладом і педагогіки вищої школи,
Класичний приватний університет,
вул. Жуковського 70 Б, м. Запоріжжя, Україна*

ЗМІСТ ТА СТРУКТУРА ПОНЯТІЙНОГО КОНСТРУКТУ «ІНЖЕНЕРНЕ МИСЛЕННЯ ІНЖЕНЕРІВ-МАШИНОБУДІВНИКІВ»

У статті досліджено зміст та структуру понятійного конструкту «інженерне мислення інженерів машинобудівної галузі». При розгляді особливостей інженерного мислення автором виділені декілька тенденцій. Процес професійної підготовки майбутніх інженерів машинобудування вимагає особливої уваги до формування у них інженерного мислення, здатного забезпечити дотримання виділених принципів інженерної діяльності. Послідовне застосування компетентнісного підходу до професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників дозволило виділити базові компетенції, необхідні для сучасного інженера, серед яких одне з перших місць посідає високий рівень сформованості інженерного мислення.

Ключові слова: компетентність, компетенція, інженерне мислення, інженери-машинобудівники.

Постановка проблеми. Ключовою умовою конкурентоспроможності держави на світовій політичній та економічній арені є наявність у неї унікального ресурсу – інженерів-новаторів машинобудівної галузі, здатних знаходити нові оригінальні вирішення технічних задач, поєднуючи при цьому творчість із практичним та комерційним розрахунком. В умовах інформатизації та технологізації суспільства, коли відбувається швидке старіння техніки і одні технології змінюються іншими, інженерне мислення має вийти на новий рівень розвитку з тим, щоб, не отримуючи додаткової освіти, фахівець міг адаптуватися до сучасного техногенного середовища. Для цього майбутній інженер машинобудівної галузі, крім засвоєння необхідного «ядра» професійних знань, має навчитися системно мислити, долати інерцію мислення, виявляти і вирішувати виникаючі технічні протиріччя, генерувати нестандартні технічні ідеї, опанувати навички багатоваріантного вирішення завдань і їх об'єктивної оцінки.

Аналіз діяльності видатних інженерів (І. Вишнеградський, А. Ейфель, С. Патон, Г. Форд, Ф. Порше, О. Шаргей (Ю. Кондратюк) та ін.) дозволяє стверджувати, що в основі успішності їхньої діяльності лежить певний тип мислення, що характеризується особливим багатоаспектним баченням технічної проблеми, здатністю виявляти й розв'язувати технічні суперечності та приховані в них фізичні протиріччя, цілеспрямовано генеруючи при цьому парадоксальні, навіть еретичні з точки зору побутової логіки ідеї.

Разом з тим багато випускників вищих технічних навчальних закладів відчувають труднощі в застосуванні технічних знань у своїй інженерній діяльності, що пов'язано з недостатнім узгодженням предметної та професійної складових підготовки студентів. Це акцентує увагу на проблемі розвитку інженерного мислення студентів у системі вищої професійної освіти.

Аналіз останніх досліджень. Різним аспектам формування інженерного мислення майбутніх інженерів присвячені роботи С. Алілуйко (концептуальні

засади формування системного мислення у процесі навчання основ теорії технічних систем), М. Дубиніна (проблеми розвитку інженерного мислення студентів ВТНЗ), Д. Мустафіної, Д. Печерскова (особливості формування інженерного мислення у ВТНЗ), К. Кирилашук (педагогічні умови формування інженерного мислення студентів ВТНЗ у процесі навчання вищої математики), В. Нікітаєва (логіко-методологічний аналіз інженерного мислення та інженерного знання), Д. Чернишова (педагогічні умови формування інженерного мислення учнів технічного ліцею засобами інформатики).

Привертає увагу низка наукових праць, предмет дослідження яких безпосередньо пов'язаний із формуванням інженерно-технічної творчості, це, зокрема, роботи О. Горбач (формування системності знань у майбутніх інженерів на основі застосування теорії розв'язання винахідницьких завдань), О. Попової (розвиток творчого потенціалу майбутнього інженера у процесі професійної підготовки у вищому технічному навчальному закладі) тощо.

Не применшуючи значущість наукового внеску названих вище авторів, відзначимо, що в існуючих дослідженнях не знайшли належного висвітлення питання формування інженерного мислення бакалаврів машинобудування.

Метою статті є визначення змісту, структури та особливостей формування інженерного мислення майбутніх інженерів машинобудівної галузі

Виклад основного матеріалу. Дослідження з розвитку інженерії як галузі людської культури (В. Морозов, В. Нікітаєв, В. Ніколаєнко, З. Сазонова, Н. Чечоткіна), методології інженерної діяльності (Г. Альтшулер, С. Василейський, Т. Кудрявцев, М. Шубас), психології творчого мислення (Е. де Боно, В. Моляко, К. Платонов) дозволили формалізувати феномен інженерного мислення, визначивши зміст відповідного поняття. Сьогодні інженерне мислення постає як процес цілеспрямованого, опосередкованого

та узагальненого відображення суб'єктом суттєвих властивостей та відношень об'єктів інженерної діяльності, результатом якого є ефективне та раціональне вирішення тієї чи іншої інженерної проблеми.

Розглядаючи особливості інженерного мислення, можна виділити декілька тенденцій. Першою є тенденція, пов'язана з виділенням окремих ознак (або різних їх поєднань), що характеризують виконання практичної інженерної діяльності: самостійність у складанні та вирішенні практичних завдань, значна різноманітність вирішуваних завдань, творчий характер їх вирішення, виконання з розумінням функціональних залежностей між видимими і невидимими процесами тощо. Друга тенденція характеризується переважно поясненням особливостей інженерного мислення запасом технічних знань і методом їх засвоєння (насамперед, зазначається значення знань з фізики, технічної механіки). Третя тенденція пов'язує основу інженерного мислення з деякими загальними здібностями людини в їх вираженні під час вирішення інженерних завдань, як-от: багатство понять, здатність комбінувати, міркувати, встановлювати логічні зв'язки, наявність уваги і зосередженості, просторового перетворення об'єктів тощо. Мали місце і спроби пов'язати інженерне мислення з властивостями особистості: наявністю технічних інтересів, значимістю інженерного мислення для особистості, віковими особливостями особистості [1, с. 42].

Як розумовий процес інженерне мислення має трикомпонентну структуру: поняття-образ-дія з їх складними взаємодіями. Найважливішою особливістю інженерного мислення є характер протікання розумового процесу, його оперативність: швидкість актуалізації необхідної системи знань для вирішення незапланованих ситуацій, імовірнісний підхід під час вирішення багатьох завдань і вибір оптимальних рішень, що робить процес вирішення виробничих і технічних завдань особливо складним [3, с. 12].

Як зазначає С. Комаров, особливості подання і сприйняття технічного знання – наочність, знаковосимволічне вираження і т.п. – зумовлюють домінуючу наочно-образну компоненти в психологічній структурі інженерного мислення, значущість процесів уяви, інтуїції, фантазії, невербалізованого мислення для вирішення технічних проблем. Тому дослідження психології інженерного мислення пов'язані з вивченням генезису і його психологічної структури – співвідношення продуктивних і репродуктивних здібностей, механізмів сприйняття і «переробки» специфічно представленої інформації, психології формування конструкторського задуму і т.д. [2].

У рамках теорії пізнання специфіка інженерного мислення визначається і пояснюється самим характером інженерної діяльності. Вирішення інженерної задачі постає як специфічний пізнавальний процес, результатом якого є не пізнання деякої природної закономірності, а можливостей і способів організації відповідних предметних структур для отримання не-

обхідного технічного ефекту. Інженерне мислення при цьому розглядається як специфічна форма пізнання. Його специфіка загалом полягає в тому, що воно оперує специфічною формою знання – технічним знанням. Тому аналіз інженерного мислення зазвичай редукується до дослідження особливостей функціонування та розвитку технічного знання в процесі вирішення інженерних завдань [2].

Таким чином, узагальнюючи дослідження науковців з теорії і методики професійної освіти, дамо визначення інженерного мислення. *Інженерне мислення* – це особливий вид мислення, що формується і виявляється під час вирішення інженерних задач, який дозволяє швидко, точно і оригінально вирішувати поставлені завдання, спрямовані на задоволення технічних потреб у знаннях, способах, прийомах з метою створення технічних засобів і організації технологій у галузі машинобудування та має таку структуру:

технічне мислення – вміння аналізувати склад, структуру, будову та принцип роботи технічних об'єктів у змінених умовах;

конструктивне мислення – побудова певної моделі вирішення поставленої проблеми або завдання, під якою розуміється вміння поєднувати теорію з практикою;

дослідницьке мислення – визначення новизни в задачі, вміння зіставити з відомими класами задач, вміння аргументувати свої дії, отримані результати та робити висновки;

економічне мислення – рефлексія якості процесу та результату діяльності з позицій вимог ринку (від інженерів потрібні не тільки знання у галузі машинобудування, а й вміння презентувати свої можливості та реалізовувати результат діяльності).

Тобто, інженерне мислення – це досить складний понятійний конструкт, що містить комплекс специфічних видів мислення. Тому процес формування інженерного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників вимагає комплексу процедур і заходів, узгодженого поєднання сучасних форм, методів і засобів професійної підготовки цих фахівців, а також спеціальної підготовки викладачів різних дисциплін.

Інженерна діяльність у галузі машинобудування складається з проектування технічних пристроїв і конструкцій, їх виготовлення та експлуатації. Для традиційного проектування характерним є дотримання таких принципів інженерної діяльності: 1) реалізованості проекту, 2) конструктивної цілісності, 3) оптимальності, 4) економічної рентабельності. Тенденції глобалізації у розвитку нашої цивілізації викликали необхідність для сучасного проектування дотримання додаткових принципів: мінімізації екологічних збитків; ергономічного обліку психологічних можливостей людини і створення зручності та безпеки для її роботи з технічними засобами; естетичного принципу зручності та краси.

Таким чином, процес професійної підготовки майбутніх інженерів машинобудування вимагає особ-

ливої уваги до формування у них інженерного мислення, здатного забезпечити дотримання виділених принципів інженерної діяльності. З іншого боку, послідовне застосування компетентнісного підходу до професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників дозволило виділити наступні компетенції, необхідні для сучасного інженера (в загальному вигляді):

1. Володіння базовими компетентностями у галузі машинобудування:

- інженерне мислення (професійна мобільність і прагнення до саморозвитку; кругозір; гуманітаризація як здатність підпорядкувати будь-які технічні винаходи і наукові відкриття людським цілям, не завдаючи шкоди людству і природі);

- знання, вміння та навички у галузі машинобудування;

- комунікативна компетенція (ініціативність і активність; лідерство; вміння вести дискусії та суперечки).

2. Орієнтування в ринковій ситуації, в якій здійснюється професійна діяльність:

- інформаційна компетенція (конкретні навички з використання технічних пристроїв – від телефону до персонального комп'ютера і комп'ютерних мереж);

- вміння отримувати інформацію з різних джерел, зокрема електронні комунікації, подавати її в зрозумілому вигляді, вміти структурувати, оцінювати й ефективно використовувати;

- володіння основами аналітичної переробки і знання особливостей інформаційних потоків у галузі машинобудування).

3. Психологічна готовність до конкурентоздатної поведінки (дії в ситуаціях, що передбачають суперництво, змагальність, мобільність, прогноз дій конкурента, здатність виділяти пріоритети, професійна інтуїція):

- потреба в успішній діяльності (усвідомлення цілей своєї діяльності; вміння організувати себе та інших для успішної діяльності);

- відповідальність (наявність енергії для завершення роботи; швидкість реакції на різні ситуації; участь у громадських справах).

4. Базові можливості (фундаментальні знання, наявність практичного досвіду, загальнокультурний потенціал, обдарованість):

- творчий потенціал – здатність пропонувати «унікальні» ідеї, суттєво відмінні від загальноприйнятих, типових роз'язків технічних проблем; чутливість до незвичайних деталей, протиріч і невизначеності, а також готовність гнучко і швидко переключатися з однієї ідеї на іншу; готовність працювати в фантастичному, «неможливому» контексті, схильність використовувати символічні, асоціативні засоби для вираження своїх думок, а також вміння в простому бачити складне і, навпаки, в складному – просте.

5. Здатність до саморегуляції, самоорганізації та

адекватної рефлексії, самооцінки своїх професійних і особистісних якостей:

- інженерна рефлексія (бажання критичного оцінювання себе і результатів своєї діяльності; знання змісту і призначення інженерної рефлексії та усвідомлення її необхідності для саморозвитку; вміння аналізувати свою діяльність, оцінювати свої професійні можливості, прогнозувати свій розвиток);

- самостійність (інтерес і наполегливість у вирішенні інженерних задач (проблем); знання про процес і раціональні способи вирішення інженерних завдань (проблем); вміння варіативно вирішувати поставлені завдання (проблеми)).

6. Соціально-правова компетентність:

- правова компетенція (інтерес і наполегливість у вивченні своїх прав; знання про способи вирішення правових проблем; вміння їх вирішувати).

Зазначимо, що, виділяючи цей перелік базових компетенцій, які є складовими професійної компетентності майбутніх інженерів машинобудування, ми спиралися на колективне дослідження Д. Мустафіної, І. Ребро та Г. Рахманкулової [4].

Висновки та перспективи подальших розвідок. Як розумовий процес інженерне мислення має трикомпонентну структуру: поняття – образ – дія з їх складними взаємодіями. Визначено, що інженерне мислення – це особливий вид мислення, що формується і виявляється під час вирішення інженерних задач, який дозволяє швидко, точно і оригінально вирішувати поставлені завдання, спрямовані на задоволення технічних потреб у знаннях, способах, прийомах з метою створення технічних засобів і організації технологій у галузі машинобудування та має таку структуру: технічне мислення – вміння аналізувати склад, структуру, будову та принцип роботи технічних об'єктів у змінених умовах; конструктивне мислення – побудова певної моделі вирішення поставленої проблеми або завдання, під якою розуміють вміння поєднувати теорію з практикою; дослідницьке мислення – визначення новизни в задачі, вміння зіставити з відомими класами задач, вміння аргументувати свої дії, отримані результати і робити висновки;

Процес професійної підготовки майбутніх інженерів машинобудування вимагає особливої уваги до формування у них інженерного мислення, здатного забезпечити дотримання виділених принципів інженерної діяльності. З іншого боку, послідовне застосування компетентнісного підходу до професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників дозволило виділити ряд базових компетенцій, необхідних для сучасного інженера, серед яких одне з чільних місць посідає сформованість на високому рівні інженерного мислення.

Перспективи подальшого дослідження проблеми формування інженерного мислення інженерів-машинобудівників ми вбачаємо в обґрунтуванні організаційно-педагогічних умов цього формування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ананьев Б. Г. Избранные труды по психологии / Б. Г. Ананьев. – СПб: «СПУ», 2007. – 412 с.
2. Комаров С. В. Проблема инженерного мышления / С. В. Комаров / Автореф. дис. ... канд. философских наук : 09.00.01 / Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького - Свердловск, 1991. - 19 с.
3. Ляудис В.Я. Психологическое образование в России: новые ориентиры и цели. [I Всерос. науч.-метод. конф. психологов "Развивающаяся психология - основа гуманизации образования", Москва, 19-21 марта 1998 г.: // Вопр. психологии. - 1998. - N 5. - С. 148-153, с. 12

REFERENCES

1. Anan'ev, B. G. (2007). *Izbrannyye trudy po psikhologii [Selected psychological works]*. Saint Petersburg: «SPU» [in Russian].
2. Komarov, S. V. (1991). *Problema inzhenernogo myshleniya [Issue of engineer thinking]*. Extended abstract of candidate's thesis. Sverdlovsk [in Russian].
3. Lyaudis, V. Ya. (1998). *Psikhologicheskoe obrazovanie v Rossii: novyye orientiry i tseli [Psychological education in Russia: new orientations and aims]*. *Vopr. psikhologii – Issues of psychology*, 5, 148-153: *Proceedings of the 1st All-Russian scientific psychological conference "The developing psychology as the basis of education humanization"* [in Russian].

4. Мустафина Д. А. Негативное влияние формализма в знаниях студентов при формировании инженерного мышления / Д. А. Мустафина, И. В. Ребро, Г.А. Рахманкулова // Инженерное образование. – 2011. - №7. – С. 10-15

5. Никитаев В. М. Инженерное мышление и инженерное знание (логико-методологический анализ) / В. М. Никитаев // Философия науки. Вып. 3: Проблемы анализа знания. - М.: ИФ РАН, 1997. – [Доступно на сайте]. – Режим доступа: <http://iph.ras.ru/page53183050.htm>

4. Mustafina, D. A., Rebro, I. V., Rahmankulova, G. A. (2011). *Negativnoe vliyanie formalizma v znaniyah studentov pri formirovani inzhenernogo myshleniya [Negative influence of formalism in students' knowledge in the process of forming engineer thinking]*. *Inzhenernoe obrazovanie – Engineer education*, 7, 10-15 [in Russian].

5. Nikitaev, V. M. (1997). *Inzhenernoe myshlenie i inzhenernoe znanie (logiko-metodologicheskii analiz) [Engineer thinking and knowledge (logical and methodological review)]*. *Filosofiya nauki – Philosophy of science*. Moscow. Retrieved from: <http://iph.ras.ru/page53183050.htm> [in Russian].

*Ольга Леонидовна Терехина,
аспирант кафедры управления учебным заведением и педагогики высшей школы,
Классический приватный университет,
ул. Жуковского 70Б, г. Запорожье, Украина*

СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ПОНЯТИЙНОГО КОНСТРУКТА
«ИНЖЕНЕРНОЕ МЫШЛЕНИЕ ИНЖЕНЕРОВ-МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ»

В статье исследованы содержание и структура понятийного конструкта «инженерное мышление инженеров машиностроительной отрасли». При рассмотрении особенностей инженерного мышления автором выделены несколько тенденций. Первая – это тенденция, связанная с выделением отдельных признаков (или разных их сочетаний), характеризующих выполнение практической инженерной деятельности: самостоятельность в составлении и решении практических задач, значительное разнообразие решаемых задач, творческий характер их решения, выполнение с пониманием функциональных зависимостей между видимыми и невидимыми процессами и др. Вторая тенденция характеризуется преимущественно объяснением особенностей инженерного мышления, запасом технических знаний и методов их усвоения (прежде всего, отмечается важность знаний по физике, технической механике). Третья тенденция связывает основу инженерного мышления с некоторыми общими способностями человека в их выражении при решении инженерных задач. Как мыслительный процесс инженерное мышление имеет трехкомпонентную структуру: понятие – образ – действие с их сложными взаимосвязями. Определено, что инженерное мышление – это особый вид мышления, которое формируется и проявляется при решении инженерных задач, что позволяет быстро, точно и оригинально решать поставленные задачи, направленные на удовлетворение технических потребностей в знаниях, способах, приемах с целью создания технических средств и организации технологий в области машиностроения и имеет следующую структуру: техническое мышление – умение анализировать состав, структуру и принцип работы технических объектов в изменившихся условиях; конструктивное мышление – построение определенной модели решения поставленной проблемы или задачи, под которой понимается умение сочетать теорию с практикой; исследовательское мышление – определение новизны в задаче, умение сопоставить с известными классами задач, умение аргументировать свои действия, полученные результаты, а также делать выводы. Процесс профессиональной подготовки будущих инженеров машиностроения требует особого внимания к формированию у них инженерного мышления, способного обеспечить соблюдение выделенных принципов инженерной деятельности. С другой стороны, последовательное применение компетентного подхода к профессиональной подготовке будущих инженеров-машиностроителей позволило выделить базовые компетенции, необходимые для современного инженера, среди которых одно из первых мест занимает сформированность на высоком уровне инженерного мышления.

Ключевые слова: компетентность, компетенция, инженерное мышление, инженеры-машиностроители.

Olha Terekhina,
postgraduate student,
Department of Educational Institutions Management and Higher Education Pedagogy,
Classic Private University,
70B Zhukovskoho Str., Zaporizhzhia, Ukraine

**CONTENT AND STRUCTURE OF THE CONCEPTUAL CONSTRUCT
“ENGINEERING THINKING OF ENGINEERS AT MACHINE-BUILDING INDUSTRY”**

The content and structure of the conceptual construct “Engineering thinking of engineers at machine-building industry” are highlighted in the article. There are several directions of considering the characteristics of engineering thinking. The first direction is related to distinguishing the certain features (or their various combinations) which characterize the performance of practical engineering activity. The second direction is associated with the explanation of peculiarities of engineering thinking, the level of technical knowledge and methods of its acquisition (first of all, the importance of the knowledge in physics, engineering mechanics is indicated). According to the third direction, the basis of engineering thinking is associated with some common human abilities in their expression while solving engineering problems. As a mental process engineering thinking has a three-component structure: concept - image - action with their complex interactions. Engineering thinking is a special kind of thinking that is formed and detected while solving engineering problems, which allows to solve tasks quickly, accurately and originally; these tasks are designed to meet technical needs in knowledge, methods and techniques to create technical means and organization of technologies in machine-building industry and has the following structure: technical thinking, which is considered as an ability to analyze the structure, contents and working principles of technical objects in the changed conditions; constructive thinking, which is explained as the building of the model of a problem or task solution, which includes the ability to combine theory with practice; research thinking is understood as a definition of novelty in the problem, the ability to associate it with the known classes of problems, the ability to argue own actions, results and draw conclusions. The training process for future engineers at machine-building industry requires special attention to the formation of their engineering thinking that is able to provide them with principles of engineering activity mentioned in this article.

Keywords: competency, competence, engineering thinking, engineers at machine-building industry.

Подано до редакції 20.07.2015

Рецензент: д. пед. н., проф. А. В. Сущенко
