

УДК 378.637:004.032.6

О. Л. ТЕРЬОХІНА

ЗМІСТ І СТРУКТУРА ПОНЯТІЙНОГО КОНСТРУКТУ “ІНЖЕНЕРНЕ МИСЛЕННЯ ІНЖЕНЕРІВ-МАШИНОБУДІВНИКІВ”

У статті висвітлено зміст та структуру понятійного конструкта “інженерне мислення інженерів машинобудівної галузі”.

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

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 завдань, поєднуючи при цьому творчість із практичним та комерційним розрахунком. В умовах інформатизації та технологізації суспільства, коли відбувається швидке старіння техніки й одні технології змінюються іншими, інженерне мислення має вийти на новий рівень розвитку, щоб фахівець міг адаптуватися до сучасного техногенного середовища без додаткової освіти. Для цього майбутній інженер машинобудівної галузі, крім засвоєння необхідного “ядра” професійних знань, повинен уміти керувати, навчитися системно мислити, долати інерцію мислення, виявляти й вирішувати технічні суперечності, що виникають, генерувати нестандартні технічні ідеї, оволодівати навичками багатоваріантного вирішення завдань і їх об’єктивного оцінювання.

Аналіз діяльності видатних інженерів (І. Вишнеградський, А. Ейфель, С. Патон, Г. Форд, Ф. Порше, О. Шаргей (Ю. Кондратюк) та ін.) дає змогу стверджувати, що в основі успішності їхньої діяльності лежить певний тип мислення, для якого характерні особливе багатоаспектне бачення технічної проблеми, здатність виявляти й розв’язувати технічні суперечності та приховані в них фізичні суперечності, цілеспрямовано генеруючи при цьому парадоксальні, навіть єретичні з погляду побутової логіки, ідеї.

Разом з тим багато випускників вищих технічних навчальних закладів відчують 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.

Різним аспектам формування інженерного мислення майбутніх інженерів присвячені праці С. Алілуйко (концептуальні засади формування системного мислення в процесі навчання основ теорії технічних систем), М. Дубиніна (проблеми розвитку інженерного мислення студентів ВТНЗ), Д. Мустафіної, Д. Печерськова (особливості формування інженерного мислення у ВТНЗ), К. Кирилашук (педагогічні умови формування інженерного мислення студентів ВТНЗ у процесі навчання вищої математики), В. Нікітає-

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

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

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

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) дали змогу формалізувати феномен інженерного мислення, визначивши зміст відповідного поняття. Сьогодні інженерне мислення постає як процес цілеспрямованого, опосередкованого та узагальненого відображення суб'єктом суттєвих властивостей і відносин об'єктів інженерної діяльності, результатом якого є ефективно й раціональне вирішення тієї чи іншої інженерної проблеми.

При розгляді особливостей інженерного мислення можна виділити декілька тенденцій. Перша, пов'язана з виокремленням 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 й невидимими процесами тощо. Друга тенденція характеризується переважно поясненням особливостей інженерного мислення запасом технічних знань і методом їх засвоєння (насамперед, розкривається значення знань з фізики, технічної механіки). Третя тенденція пов'язує основу інженерного мислення з деякими загальними здібностями людини в їх вираженні при вирішенні інженерних завдань, як-то: багатство понять, здатність комбінувати, міркувати, встановлювати логічні зв'язки, наявність уваги й зосередженості, просторового перетворення об'єктів тощо. Були також спроби пов'язати інженерне мислення з властивостями особистості: наявністю технічних інтересів, значущістю 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. Найважливі-

шою особливістю інженерного мислення є характер перебігу розумового процесу, його оперативність: швидкість актуалізації необхідної системи знань для вирішення незапланованих ситуацій, імовірнісний підхід при вирішенні 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 та сприйняття технічного знання (наочність, знаково-символічне вираження тощо) зумовлюють домінанту наочно-образної 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 та “переробки” специфічно поданої інформації, психології формування конструкторського задуму тощо [2].

У межах теорії пізнання специфіка інженерного мислення визначається й пояснюється самим характером інженерної діяльності. Процес вирішення інженерного завдання постає як специфічний пізнавальний процес, результатом якого є не пізнання деякої природної закономірності, а пізнання можливостей і способів організації відповідних предметних структур для отримання необхідного технічного ефекту. Інженерне мислення при цьому розглядають як специфічну форму пізнання. Його специфіка загалом полягає в тому, що воно оперує специфічною формою знання – технічним знанням. Тому аналіз інженерного мислення зазвичай редукують до дослідження особливостей функціонування та розвитку технічного знання в процесі вирішення інженерних завдань [2].

Таким чином, узагальнюючи дослідження науковців з теорії й методики професійної освіти, дамо визначення інженерного мислення. *Інженерне мислення* – це особливий вид мислення, що формується та виявляється під час вирішення інженерних завдань, який дає змогу швидко, точно й 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 уміння поєднувати теорію з практикою;
- *дослідницьке мислення* – визначення новизни в завданні, уміння зіставити з відомими класами завдань, вміння аргументувати свої дії, отримані результати й робити висновки;
- *економічне мислення* – рефлексія якості процесу та результату діяльності з позицій вимог ринку (від інженерів потрібні не тільки знання в

галузі машинобудування, а й уміння 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 та 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 характерне дотримання таких принципів інженерної діяльності: 1) реалізованості проекту; 2) конструктивної цілісності; 3) оптимальності; 4) економічної рентабельності. Тенденції глобалізації в розвитку нашої цивілізації викликали необхідність для сучасного проектування дотримання додаткових принципів: мінімізації екологічних збитків; ергономічного обліку психологічних можливостей людини й створення зручності та безпеки для її роботи з технічними засобами; естетичного принципу зручності й краси.

Таким чином, процес професійної підготовки майбутніх інженерів машинобудування вимагає особливої уваги до формування в них інженерного мислення, здатного забезпечити дотримання виділених принципів інженерної діяльності. З іншого боку, послідовне застосування компетентнісного підходу до професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників дало змогу виділити такі компетенції, необхідні для сучасного інженера (у загальному вигляді):

1. Володіння базовими компетентностями в галузі машинобудування:

- інженерне мислення (професійна мобільність і прагнення до саморозвитку; кругозір; гуманітаризація як здатність підпорядкувати будь-які технічні винаходи й наукові відкриття людським цілям без завдання шкоди людству та природі);
- знання, вміння й навички в галузі машинобудування;
- комунікативна компетенція (ініціативність і активність; лідерство; уміння вести дискусії та суперечки).

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

- інформаційна компетенція (конкретні навички з використання технічних пристроїв від телефона 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 й знання особливостей інформаційних потоків у галузі машинобудування).

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

- потреба в успішній діяльності (усвідомлення цілей своєї діяльності; уміння 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 виробляти “рідкісні” ідеї, суттєво відмінні від загальноприйнятих, типових рішень технічних проблем; чутливість до незвичайних деталей, суперечностей і невизначеності, а також готовність гнучко й швидко переключатися з однієї ідеї на іншу; готовність працювати у фантастичному, “неможливому” контексті, схильність використовувати символічні, асоціативні засоби для вираження своїх думок, а також уміння 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 та результати своєї діяльності; знання змісту й призначення інженерної рефлексії та усвідомлення її необхідності для саморозвитку; уміння аналізувати свою діяльність, оцінювати свої професійні можливості, прогнозувати свій розвиток);
- самостійність (інтерес і наполегливість у вирішенні інженерних завдань (проблем); знання про процес та раціональні способи вирішення інженерних завдань (проблем); вміння варіативно вирішувати поставлені завдання (проблеми)).

6. Соціально-правова компетентність:

- правова компетенція (інтерес і наполегливість у знанні своїх прав; знання про способи вирішення правових проблем; уміння 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. 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 й виявляється під час вирішення інженерних завдань; дає змогу швидко, точно та оригінально вирішувати поставлені завдання, спрямовані на задоволення технічних потреб у знаннях, способах, прийомах з метою створення технічних засобів і організації технологій у галузі машинобудування; має таку структуру: технічне мислення – вміння аналізувати склад, структуру, будову та принцип роботи технічних об’єктів у змінених умо-

вах; конструктивне мислення – побудова певної моделі вирішення поставленої проблеми або завдання, під якою розуміють уміння поєднувати теорію з практикою; дослідницьке мислення – визначення новизни в завданні, уміння зіставити з відомими класами завдань, уміння аргументувати свої дії, отримані результати й робити висновки;

Процес професійної підготовки майбутніх інженерів машинобудування вимагає особливої уваги до формування в них інженерного мислення, здатного забезпечити дотримання виділених принципів інженерної діяльності. З іншого боку, послідовне застосування компетентнісного підходу до професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників дало змогу виділити базові компетенції, необхідні для сучасного інженера, серед яких одне із чільних місць посідає сформованість на високому рівні інженерного мислення.

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

Список використаної літератури

1. Ананьев Б. Г. Избранные труды по психологии / Б. Г. Ананьев. – Санкт-Петербург : СПУ, 2007. – 412 с.
2. Комаров С. В. Проблема инженерного мышления : автореф. дис. ... канд. философ. Наук : 09.00.01 / С. В. Комаров ; 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. – № 5. – С. 148–153.
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) [Электронный ресурс] / В. М. Никитаев // Философия науки. – Режим доступа: <http://iph.ras.ru/page53183050.htm>.

Стаття надійшла до редакції 03.09.2014.

Терехина О. Л. Содержание и структура понятийного конструкта “инженерное мышление инженеров-машиностроителей”

В статье исследовано содержание и структура понятийного конструкта “инженерное мышление инженеров машиностроительной отрасли”.

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

Terekhina O. Content and Structure of the Conceptual Construct “Engineering Thinking of Engineers at Machine-Building Industry”

It is analyzed the content and structure of the conceptual construct “Engineering thinking of engineers at machine-building industry” in this article.

When considering the characteristics of engineering thinking there are several trends. The first trend is related to distinguishing of certain features (or their various combinations) that characterize the performance of practical engineering activity. The second trend is characterized mainly by explaining peculiarities of engineering thinking via stock of technical knowledge and method of its acquisition (first of all, value of knowledge in physics,

engineering mechanics is indicated). The third trend relates basis of engineering thinking to 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. It is defined that 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 - an ability to analyze compounds, structure, composition and working principle of technical objects in changed conditions; constructive thinking - building of the model of problem or task solution, which includes the ability to combine theory with practice; research thinking – a definition of novelty in the problem, the ability to associate with 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. Consistent application of the competency approach to training process for future engineers at machine-building industry allowed to identify a set of basic competencies required for a modern engineer, among which is one of the most important competencies – a formation of engineering thinking at a high level.

Key words: *competency, competence, engineering thinking, engineers at machine-building industry.*