

ОРІЄНТАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-МАШИНОБУДІВНИКІВ НА КОМПЛЕКСНЕ ФОРМУВАННЯ ІНЖЕНЕРНОГО МИСЛЕННЯ

У статті висвітлено зміст, структуру й особливості комплексного формування інженерного мислення майбутніх інженерів машинобудівної галузі.

Ключові слова: інженерне мислення, технічне мислення, комплексне формування, інженери-машинобудівники.

Зміна форм, методів і засобів професійної підготовки майбутніх інженерів повинна вносити зміни й у зміст мислення студента. У зв'язку із цим розглянемо особливості та структуру інженерного мислення як особливого виду інтелектуальної діяльності, знання про особливості перебігу якого має важливе значення під час конструювання навчального процесу, спрямованого на формування цього феномена в майбутніх інженерів-машинобудівників.

Правомірність і необхідність такої постановки питання виходить з диференційованого підходу до людської діяльності, зокрема, до розумової діяльності. Своєрідність об'єкта діяльності викликає переважний розвиток певних сторін мислення. Особливості багатьох технічних об'єктів і завдань, саме оперування виробничо-технічним матеріалом надає мисленню інженера-машинобудівника специфічного характеру. Хоча це й не означає, що для інженерного мислення характерна своя винятковість, однак можна припустити, що постійне оперування технічним матеріалом накладає свій відбиток на психологічну структуру розумової діяльності, виробляє певну спрямованість мислення майбутнього інженера-машинобудівника та сприяє переважному розвитку певних якостей розуму.

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. Кирилащук (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, у яких предмет дослідження безпосередньо пов'язаний із формуванням інженерно-технічної творчості, зокрема, дослідження 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) та ін.

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

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

Інженерне мислення – це особливий вид мислення, що формується й виявляється під час вирішення інженерних завдань, який дає змогу швидко, точно та оригінально вирішувати поставлені завдання, спрямовані на задоволення технічних потреб у знаннях, способах, прийомах з метою створення технічних засобів і конструкцій, розробки технологій у галузі машинобудування.

Аналіз досліджень, присвячених філософсько-методологічному та психологічному аналізу інженерної діяльності, в яких тією чи іншою мірою розкриваються особливості інженерного мислення (праці С. Альохіна, В. Горохова, С. Гусева, Дж. Джонса, С. Кайдалова, К. Крику, О. Криштановської, С. Кугеля, В. Розіна, С. Чешева, Е. Шаповалова, П. Енгельмейера та ін.), показав, що їхні праці є цінним внеском у вивчення особливостей інженерного мислення. У них висвітлено його специфічні особливості, принципи й норми, ціннісні орієнтації та світоглядні установки, етичні ідеали й канони мислення, які визначає сам творчий характер інженерної діяльності. Безпосередньо проблемі інженерного мислення присвячені монографія М. Шубаса [6] та дисертаційні роботи С. Комара [3] та В. Грабаря [2].

До структури інженерного мислення входять технічне, конструктивне, дослідницьке та економічне мислення. Дамо коротку характеристику кожного з елементів інженерного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників.

Необхідною складовою інженерного мислення є *технічне мислення* – вміння аналізувати склад, структуру, будову та принцип роботи технічних об'єктів у змінених умовах.

У дослідженнях філософа М. Шубаса технічне мислення визначено як одну з форм логічного відображення дійсності, спрямовану на розробку, створення й застосування технічних засобів і технологічних процесів з метою пізнання та перетворення природи й суспільства в конкретних історичних умовах [6]. У “Психологічному словнику” Н. Богозова, В. Гозмана, Р. Сахарова технічне мислення визначено як діяльність, спрямовану на самостійне складання та вирішення технічних завдань [1].

Найбільш фундаментальні дослідження із цієї проблеми були проведені Т. Кудрявцевим та його колегами [4]. У них показано, що структура

технічного мислення складається з трьох компонентів: понятійного, образного, практичного. Усі компоненти тісно взаємопов'язані між собою, і несформованість будь-якого компонента буде позначатися на успішності вирішення технічних завдань. На думку Т. В. Кудрявцева, встановлення найбільш загальних характеристик технічного інтелекту могло бути здійснено відповідно до типів завдань, які використовують. Тому дослідник надав детальний аналіз конструктивно-технічних завдань, зокрема, їх психологічних особливостей та видів; виділив проблеми реалізації конструктивно-технічних завдань; виявив специфіку їх вирішення й запропонував шляхи формування ефективних способів розв'язання конструктивно-технічних завдань [4].

Розвиток технічного мислення студентів відбувається при спеціальній організації вивчення таких дисциплін, як: “Вступ до спеціальності” (введення змістового модуля “Методологія інженерного мислення”), “Фізика” (послідовне формування вмінь розв'язувати творчі завдання з конструктивним спрямуванням), “Історія інженерної думки” (модуль “Нестандартні інженерні рішення у галузі оброблення металів тиском”), за якої враховують специфіку професійної діяльності інженерів-машинобудівників завдяки включенню до навчального процесу завдань з проектно-технологічним змістом. Такі завдання спрямовані на формування змістовного й функціонально-операційного компонентів технічного мислення

Аналіз психологічної структури технічного мислення неминуче приводить до питання про шляхи й методи розвитку цього виду мислення. При постановці цієї проблеми ми керувалися тим, що сам зміст об'єкта (зміст технічного матеріалу) та способи оперування ним до певної міри визначають і загальні вимоги до методу його вивчення.

Було поставлено завдання виявлення загальних принципів розвитку технічного мислення, реалізація яких забезпечила б високий рівень узагальненості технічних знань у майбутніх інженерів-машинобудівників і сформувала б у них спільні підходи до вирішення завдань певного класу. Таким чином, було важливо віднайти необхідну модель навчання.

Виходячи з особливостей технічного завдання як проблемного та характеру його вирішення, ми обрали загальним засобом розвитку технічного мислення проблемне навчання в поєднанні з інтегративним підходом до професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників.

До структури інженерного мислення інженера-машинобудівника входить також *конструктивне мислення*, основна функція якого полягає в побудові певної моделі вирішення поставленої проблеми або завдання, під якою розуміють уміння поєднувати теорію з практикою. Воно спрямоване на пошук і реалізацію нових ідей, рішень, концепцій. Конструктивне мислення інженера-машинобудівника не зупиняється ні на критичних моментах, ні на затвердженні позитивних аспектів. Це мислення перетворення, трансформації, інновацій. Для цього типу мислення вирішення проблеми є засобом утвердження нового або майбутнього, тому це найбільш ефектив-

ний і цінний тип мислення. Можливість багатьох поглядів, вільне їх вираження, організація розуміння, рефлексії й критики – ось істотні умови сучасної проектно-культури й формування конструктивного мислення. Сучасному інженерові-машинобудівнику доводиться працювати в команді, тому йому необхідно опанувати комунікативними навичками спілкування, взаємодії, взаєморозуміння з іншими фахівцями. Виробленню комунікативних умінь і навичок сприяє знання психології. Таким чином, при формуванні інженерного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників не можна обмежуватися фундаментальними й технічними дисциплінами, необхідно здійснювати синтез з економічними, соціально-управлінськими, екологічними, культурологічними, психологічними науками. Технічна діяльність складається з проектування техніки та її виготовлення й експлуатації. Традиційне проектування ґрунтується на таких принципах: 1) реалізованості проекту; 2) конструктивної цілісності; 3) оптимальності, 4) економічності рентабельності. На наш погляд, з метою забезпечення формування конструктивного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників, цю систему принципів необхідно доповнити такими актуальними принципами: мінімізації екологічного збитку; ергономічного врахування психологічних можливостей людини та створення зручності й безпеки для роботи з технічними засобами; естетичного принципу зручності та краси.

Дослідницьке мислення – визначення новизни в завданні, уміння зіставити з відомими класами завдань, уміння аргументувати свої дії, отримані результати й робити висновки. Формування дослідницького мислення майбутніх інженерів-машинобудівників відбувається шляхом здійснення діяльності, пов'язаної з вирішенням студентами творчого, дослідницького завдання із заздалегідь невідомим розв'язком і передбачає наявність основних етапів, характерних для дослідження в науковій сфері: постановка проблеми, вивчення теорії, присвяченої цій проблематиці, підбір методик дослідження та практичне оволодіння ними, збір власного матеріалу, його аналіз і узагальнення, науковий коментар, власні висновки. Такий ланцюг є невід'ємною належністю дослідницької діяльності, нормою її проведення.

Основною особливістю формування дослідницького мислення майбутніх інженерів-машинобудівників було те, що головною метою проведених студентами досліджень постав розвиток їх особистості, а не отримання об'єктивно нового наукового результату, як у “великій” науці. Якщо в науці головною метою є виробництво нових знань, то в нашому дослідженні з формування інженерного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників мета дослідницької діяльності полягала в набутті студентами функціональних навичок дослідження як універсального способу освоєння дійсності, розвитку здатності до дослідницького типу мислення, активації особистісної позиції студента у процесі професійної підготовки на основі набуття суб'єктивно нових знань (тобто самостійно отриманих знань, які є новими й особистісно значущими для конкретного студента).

Економічне мислення – рефлексія якості процесу та результату діяльності щодо вимог ринку (від інженерів потрібні не лише знання в галузі машинобудування, а й уміння презентувати свої можливості й реалізовувати результат діяльності). Соціологічні дослідження показали, що економічне мислення залучає в обіг не всі економічні знання, а переважно ті, які безпосередньо слугують практиці. Воно тісно пов'язане з економічними інтересами людей, складається під впливом об'єктивних факторів економічного розвитку, стану економічної свідомості в суспільстві, участі працівників в економічних перетвореннях. Економічний спосіб мислення вилучає з широкого кола можливостей лише деякі, відкидаючи інші. Він фіксує увагу на тому, як зробити вибір і яким цей вибір повинен бути. З проблемою вибору пов'язаний акцент на індивіді (будь то соціальна спільнота, промисловий або сільськогосподарський колектив, корпорація чи щось інше). Первинна характеристика економічного способу мислення майбутнього інженера-машинобудівника – це калькуляція витрат і вигод, економічної ефективності та привабливості використання того чи іншого механізму й об'єкта машинобудування.

При розгляді особливостей інженерного мислення можна виділити кілька тенденцій. Перша тенденція – виділення окремих ознак (або різних їх комбінацій), що характеризують виконання практичної діяльності: самостійність у складанні й розв'язанні практичних завдань, велика різноманітність вирішуваних завдань, творчий характер їх вирішення, виконання з розумінням функціональних залежностей між видимими й невидимими процесами тощо. Друга – пояснення особливостей інженерного мислення запасом технічних знань і методом їх засвоєння (насамперед, знань з фізики, технічної механіки). Третя тенденція пов'язує основу інженерного мислення з деякими загальними здібностями людини в їх вираженні при вирішенні технічних завдань, таким як: багатство понять; здатність комбінувати, міркувати, встановлювати логічні зв'язки; здатність уваги й зосередженості, просторового перетворення об'єктів тощо. Мали місце й спроби пов'язати інженерне мислення з властивостями особистості: наявністю технічних інтересів, значущістю технічного мислення для особистості, віковими особливостями особистості [4; 5].

Отже, інженерне мислення майбутнього інженера-машинобудівника являє собою складне системне утворення, що містить синтез образного й логічного мислення та синтез наукового й практичного мислення. Для розвитку образного мислення інженера необхідна культурологічна підготовка. У розвитку наукового мислення головну роль відіграють фундаменталізація освіти, оволодіння базовими фундаментальними науками. Практичне інженерно-технічне мислення формується на основі вивчення базових фундаментальних наук (фізика, математика тощо), типу практичного об'єкта та його технічної моделі, сформульованої в технічних науках.

Одним з механізмів, що стимулюють інженерне мислення студентів, є інтелектуальні завдання. Вони розкривають і приводять у рух пізнавальні

ресурси, формують дослідницьке мислення як важливий атрибут інженерної діяльності. Виникаючи на базі складних ситуацій, при розв'язанні значущих для людини проблем, інтелектуальне завдання своєрідно моделює процес дослідницького мислення, слугує дієвим засобом його формування й розвитку в студентів. Особливо перспективними в цьому аспекті є завдання, під час виконання яких відбувається глибоке перетворення вихідного складу їх вимог, а також завдання з прихованим складом вихідних даних, оскільки вони не мають певної відповіді, тому студент може в міру своїх схильностей і здібностей заглиблюватися у вивчення поставленого питання. Творча реконструкція основних структурних компонентів завдання, введення їх у нові системи зв'язків активно сприяють формуванню інженерного мислення.

Будь-яке завдання має об'єктивну (предметну) й суб'єктивну (психологічну) структури. Об'єктивно завдання містить: 1) набір певних умов і 2) вимогу, яку потрібно виконати. У психологічному аспекті вимозі завдання відповідає суб'єктивно поставлена мета, а умовами є засоби її досягнення.

Таким чином, завдання – це мета, задана в певних умовах, а розв'язання завдання – процес досягнення поставленої мети, пошук необхідних для цього засобів. У процесі формування інженерного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників ми використовували особливий вид інтелектуальних завдань, які становлять собою проблему. Проблема постає тоді, коли в минулому досвіді суб'єкта відсутні готові засоби досягнення мети, коли є конфлікт між тим, що дано студенту, і тим, чого він має досягти. Немає проблеми там, де відсутні брак інформації або незадоволення потреб. Тільки за відсутності готових засобів досягнення мети виникає необхідність пошуку та творення. Цей процес вимагає продуктивного, творчого мислення. Завдання з поставленою метою й відсутністю засобів її досягнення називають творчим. Суперечність між метою та засобами – рушійна сила процесу формування інженерного мислення.

Розглянемо комплексне вирішення проблеми формування інженерного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників на прикладі розв'язування конструкторських завдань під час вивчення фізики. В їх основі вимога сконструювати певний вимірювальний прилад. Як приклад розглянемо вивчення студентами розділу “Механіка”, в межах якого поставлено завдання: сконструювати акселерометр, тобто прилад для вимірювання прискорення. Це проблемне завдання, оскільки воно є широким і не містить вказівки на шляхи вирішення проблеми. Викладач повинен надати допомогу студентам, пояснивши, що необхідно згадати властивості інерціальних та неінерціальних систем відліку. У конструктивному плані прилад повинен у момент вимірювання реалізувати неінерціальну систему відліку й містити “чутливу масу”, яка реагує на цю неінерціальність відхиленням від положення рівноваги. У неінерціальній системі відліку тіло, підвішене на мотузці, буде відхилятися від положення рівноваги на кут,

пропорційний прискоренню, з яким рухається неінерціальна система відліку. Таким чином, студенти доходять висновку, що необхідно побудувати колісний візок з мачтою, до якої прикріплена металева кулька на мотузці зі шкалою, на якій відмічено кути відхилення. Залишається тільки проградувати шкалу в одиницях прискорення, поставивши у відповідність певному куту відхилення мотузки від положення рівноваги відповідне значення прискорення. Важливо, що до такого типу належить завдання з розвитком змісту, які можуть мати кілька варіантів розв'язання. Той же акселерометр можна сконструювати у вигляді “чутливої маси”, підвішеної до пружини. Роль таких завдань підкреслюється сферою застосування сконструйованого приладу. Якщо студенти дізнаються, що акселерометри застосовують під час випробувань та експлуатації кораблів, літаків, ракет, автомобілів тощо, а також як чутливий елемент автопілотів, гіровертикалей тощо, у них буде зовсім інша мотивація під час розв'язування цього проблемного завдання. Зокрема, їм можна також повідомити, що у зв'язку з розвитком автоматизованих систем числового програмного керування верстатів акселерометри використовують для контролю за станом різального інструменту, що дає змогу в онлайн-режимі проводити корекцію законів керування та, відповідно, контролювати точність обробки виробу.

Вирішення проблемної ситуації здійснюється в кілька етапів. Перший етап пов'язаний з усвідомленням проблемної ситуації; на другому відбувається аналіз умов, виділення того, що відомо, і того, що невідомо, в результаті проблема перетворюється на завдання; на третьому – обмежують зону пошуку, виходячи з минулого досвіду суб'єкта; на четвертому етапі з'являються гіпотези як припущення про шляхи вирішення завдання; п'ятий етап являє собою реалізацію гіпотези; а шостий – її перевірку, у якій гіпотеза співвідноситься з вихідними умовами. Якщо перевірка підтверджує гіпотезу, то здійснюється реалізація рішення. Якщо ні, то процес вирішення триває доти, поки рішення не буде остаточно узгодженим з умовами завдання.

Важливою умовою прийняття правильного вирішення завдання є знання, вони становлять основу для висунення гіпотез. При цьому важливу роль відіграє словесне формулювання. Правильно поставлене питання націлює на розв'язання завдання. У вирішенні розумових завдань значну роль відіграють також наочні образи, схеми, креслення, презентації.

Висновки. Показано, що до структури інженерного мислення входять технічне, конструктивне, дослідницьке та економічне мислення. Розвиток технічного мислення студентів відбувається при спеціальній організації вивчення таких дисциплін, як: “Вступ до спеціальності”, “Фізика”, “Історія інженерної думки”, – за якої враховують специфіку професійної діяльності інженерів-машинобудівників завдяки включенню в навчальний процес завдань з проектно-технологічним змістом. Виходячи з особливостей технічного завдання як проблемного та характеру її розв'язання, загальним засобом розвитку технічного та всіх інших структурних компонент

інженерного мислення обрано проблемне навчання в поєднанні з інтегративним підходом до професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників. Показано, що під час формування інженерного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників не можна обмежуватися фундаментальними й технічними дисциплінами, необхідно здійснювати синтез з економічними, соціально-управлінськими, екологічними, культурологічними, психологічними науками. У процесі формування інженерного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників використано особливий вид інтелектуальних завдань, які становлять проблему. Розглянуто комплексне вирішення проблеми формування інженерного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників на прикладі розв'язування конструкторських задач під час вивчення курсу фізики.

Продовження дослідження проблеми комплексного формування інженерного мислення інженерів-машинобудівників вбачаємо в розробці й апробації функціональної моделі цього формування.

Список використаної літератури

1. Богозов Н. З. Психологический словарь / Н. З. Богозов, И. Г. Гозман, Г. В. Сахаров ; под ред. Н. Ф. Добрынина, С. Е. Советова. – Магадан, 1965. – 292 с.
2. Грабарь В. В. Инженерное мышление как социокультурный феномен и проблема гуманитаризации инженерного образования : автореф. дис. ... канд. философ. наук : 09.00.11. / Вадим Валерьевич Грабарь. – Пермь, 1997. – 18 с.
3. Комар С. В. Проблема инженерного мышления : автореф. дис. ... канд. филос. наук : 09.00.01. – “Диалектический и исторический материализм” / Сергей Валентинович Комар. – Свердловск, 1991. – 16 с.
4. Кудрявцев Т. В. Психология технического мышления / Товий Васильевич Кудрявцев. – Москва : Педагогика, 1975. – 304 с.
5. Немов Р. С. Психология : учебник для студентов высш. пед. учеб. заведений : в 3 кн. / Р. С. Немов. – 3-е изд. – Москва : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1997. – Кн. 2. Психология образования. – 608 с.
6. Шубас М. Л. Инженерное мышление и научно-технический прогресс: стиль мышления, картина мира, мировоззрение / М. Л. Шубас ; АН ЛитССР. – Вильнюс : Минтис, 1982. – 173 с.

Стаття надійшла до редакції 22.01.2015.

Терехина О. Л. Ориентация процесса профессиональной подготовки будущих инженеров-машиностроителей на комплексное формирование инженерного мышления

В статье рассматриваются содержание, структура и особенности комплексного формирования инженерного мышления будущих инженеров машиностроительной отрасли.

***Ключевые слова:** инженерное мышление, техническое мышление, проблемное обучение, комплексное формирование, инженеры-машиностроители.*

Terekhina O. Process Orientation of Professional Training of the Future Machine Engineers Towards the Complex Formation of Engineering Thinking

The article deals with the content, structure and peculiarities of the complex formation of engineering thinking of the future engineers of the building industry. It shows that the structure of engineering thinking consists of technical, constructive, research and economic

thinking. Development of technical thinking occurs when students study such special subjects as 'Introduction to Speciality', 'Physics', 'History of Engineering', where the specificity of professional activity of machine engineers is taken into consideration on account of including the tasks of project and technological content in the learning process. Besides, it highlights that while forming engineering thinking of future machine engineers it cannot be limited by fundamental and technical disciplines, it is necessary to carry out the synthesis with economic, social, administrative, environmental, cultural, psychological studies. In the process of engineering thinking formation it is used a special kind of intellectual tasks that are the problem. The author considers the complex problem solution towards the engineering thinking formation of future machine engineers in terms of engineering problem solving while studying Physics.

Key words: *engineering thinking, technical thinking, complex formation, machine engineers.*