

4. Забудьте про милениалов. Поколение Альфа уже здесь. – Режим доступу: https://mmr.ua/show/zabudyte_pro_milencialov_pokolenie_alyfa_uzhe_zdesy

5. Соловьева Ольга. Поколение Альфа: почему брендам необходимо уже менять мышление / О. Соловьева – Режим доступу:

<https://sostav.ua/publication/pokolenie-alfa-pochemu-brendam-neobkhodimo-uzhe-menyat-myshlenie-80176.html>

6. Ренд Пол. Дизайн формы і хаосу / П Ренд.- М.: Изд. Студии Артемия Лебедева, 2013. — 237 с.

УДК 378

ІНТЕГРАТИВНА ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ

С.В. Подлесний¹, Ю.С. Холодняк², С.В. Капорович³

¹к.т.н., доцент, декан факультету автоматизації машинобудування та інформаційних технологій, e-mail: sergeypodlesny@gmail.com

²к.т.н., доцент, зав. кафедрою технічної механіки e-mail: holodhjak.yuri@gmail.com

³ к.т.н., ст. викладач кафедри технічної механіки, e-mail: kaporovych@gmail.com

^{1, 2, 3} Донбаська державна машинобудівна академія, г. Краматорськ, Україна

Анотація. В основі сучасних технологій лежать міждисциплінарні дослідження, що визначають необхідність інтегративної підготовки інженерів до інноваційної діяльності. Сформульовані вимоги до інноваційних інженерів і обґрунтований комплексний підхід до формування інженерних компетенцій. Задовольнити реальні потреби роботодавців в компетентних фахівцях дозволить реалізація багаторівневого компетентнісного підходу на основі принципу «від вузькоспеціалізованих кваліфікацій до компетенцій світового рівня» з орієнтацією на вирішення актуальних наукоємних завдань в промисловості. Намічено вектор подальшого розвитку Донбаської державної машинобудівної академії як центру технологічного розвитку півночі Донбасу. Точками зростання є міждисциплінарність, комерціалізація знань, створення системи трансферу технологій та інкубатор стартапів і техностартерів.

Ключові слова: економіка знань, інноваційна інженерна діяльність, інженерна освіта, інноваційний інженер, інтеграційна підготовка, міждисциплінарні знання.

INTEGRATIVE TRAINING OF FUTURE ENGINEERS

Sergey Podlesny¹, Yuri Kholodniak², Kaporovych Svitlana³

¹Ph.D., Associate Professor, Dean of the Faculty of Automation Engineering and Information Technology, e-mail: sergeypodlesny@gmail.com

²Ph.D., Associate Professor, Head of Technical Mechanics Department, e-mail: holodhjak.yuri@gmail.com

³Ph.D., Senior Lecturer of Technical Mechanics Department, e-mail: kaporovych@gmail.com

^{1, 2, 3} Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine

Abstract. Modern technologies are based on interdisciplinary studies that determine the need for integrative training of engineers for innovation. The requirements for innovative engineers are formulated and a comprehensive approach to the formation of engineering competencies is substantiated. To meet the real needs of employers in competent specialists will allow the implementation of a multi-level competence approach based on the principle of "from highly specialized qualifications to world-class competencies" with the focus on solving topical science-intensive tasks in industry. The vector of further development of Donbass State Engineering Academy as the center of technological development of the north of Donbass. We consider interdisciplinarity, the commercialization of knowledge, the creation of technology transfer systems, and the incubator of startups and techno-starters as growth points.

Keywords: knowledge economy, innovative engineering activity, engineering education, innovative engineer, integrative training, interdisciplinary knowledge.

Введення. Існують різні точки зору на процес постіндустріального розвитку, немає єдності і в поглядах на формування сучасної парадигми організації суспільства. Паралельно функціонують і доповнюють один одного такі концепції: «постіндустріального суспільства», основоположником якої прийнято вважати американського вченого Д. Белла; «Інформаційного суспільства», вперше сформульована М. Поратом, а в подальшому розгорнута М. Кастельсом; «Економіки знань», піонером якої є Ф.Махлуп [1]; «Глобального мережевого суспільства», сформульована Б. Гейтсом. Саме становлення інноваційної економіки знань розглядається сьогодні як провідна світова тенденція суспільного розвитку в умовах постійно прискорення змін. Завдання створення інноваційної економіки знань, високих технологій і наукомістких виробництв стає загальноновизнаним [2]. Потрібно створювати «економіку, генеруючу і застосовуючу наукоємні інновації».

Серед загальносвітових трендів в даний час виділяють: глобалізацію ринків та конкуренцію, що вимагають набагато більш швидких темпів розвитку, мінімальних цін при максимальній якості [3, 4]; інтенсивне поширення інформаційно-комунікаційних технологій і наукомістких комп'ютерних технологій, нанотехнологій; появу надскладних проблем («мегапроблем»), які не можуть бути вирішені на основі традиційних підходів; зближення секторів і галузей економіки, розмивання меж фундаментальної і прикладної науки з огляду на необхідність вирішення комплексних науково-технічних завдань.

Шляхи досягнення творчого рівня розвитку особистості, як найвищого результату будь-якої педагогічної технології, розглядаються рядом зарубіжних та вітчизняних вчених. Серед них слід відзначити письменника-фантаста Генріха Альтшуллера (1926—1998), у творчості якого чільне місце посідає ТРВЗ — теорія розв'язання винахідницьких завдань, яка ефективно сприяє розвитку технічної творчості загалом і творчої особистості зокрема. Нині

ТРВЗ успішно розвивається в навчальних закладах Києва, Полтави, Харкова, Рівного, Луганська та інших міст України. У м. Одесі (під керівництвом М. Меєровича і Л. Шрагіної) працює лабораторія «ТРВЗ — педагогіка України». Теоретичним джерелом технології розвитку творчої особистості є закони розвитку технічних систем, пізнання яких передбачає аналіз різноманітної патентної та науково-технічної інформації. Теоретичні основи управління інноваціями, де значне місце має посідати відповідний інтелектуальний потенціал, знайшли відображення в працях зарубіжних вчених І. Ансоффа, Х.К. Вахрейна, Т. Герпотта, П. Друкера, Дж. Еванса, Ф. Котлера, Ф. Ніксона, М. Портера, Б. Санто, Б. Твісса, Р. Форстера та ін. Питанням управління інноваційними процесами присвячені роботи вітчизняних вчених: Ю.М. Бажала, А.С. Гальчинського, В.М. Геєця, В.М. Гриньової, М.І. Кизима, О.О. Лапко, П.А. Орлова, В.С. Пономаренка, П.Г. Перерви, Л.І. Федулової, Д.М. Черваньова, А.І. Яковлева, а також учених країн СНД – С.В. Валдайцева, С.Ю. Глазьєва, П.Н. Завліна, С.Д. Ільїнкової, А.К. Казанцева, Н.І. Лапіна, Л.Е. Мінделлі, В.Г. Медінського, Е.А. Уткіна, Р.А. Фатхутдінова. Питання інтерактивної технології у навчальному процесі розглядаються вітчизняними й зарубіжними дослідниками, серед яких: Кирпичев В.Л., Кондратьєв В.В., Тимошенко С.П., Кабанова Л. В., Шабанова (Дунаєва) Ольга, Стівен Доунс, Тоні Каррер, Тихомірова Олена та ін. Досвід розвитку сучасних освітніх технологій, використання інформаційно-комунікаційних технологій породжують як нові методичні завдання, так і нові можливості.

Мета роботи. Розробка парадигми інноваційної інженерної діяльності, яка змінює роль інженера і модель інженерної освіти на основі сучасних технологій, міждисциплінарних досліджень, що визначають необхідність інтегративної підготовки інженерів до інноваційної діяльності, сформулювати вимоги до інноваційних інженерів і обґрунтувати комплексний підхід до формування інженерних компетенцій.

Матеріал і результати досліджень. Виходячи з концепції розвитку в Україні економіки знань необхідно сформувати і гармонійно розвивати єдиний національний комплекс «Освіта - Наука - Промисловість - Інновації», де інновації виступають в якості прискорювача інтеграції досягнень в освіті, науці та промисловості. Серед існуючих потенційних можливостей головна увага приділяється розвитку якісного людського капіталу та високотехнологічному виробництву з метою досягнення рівня ВВП України в розмірі 20 тис. дол. США на одну особу в довгостроковій перспективі до 2030 р. [5]. Серед інших індикаторів авторами [5] прогнозується:

1. Глобальний індекс креативності (Global Creativity Index, Martin Prosperity Institute, Університет Торонто): підвищення рейтингу України з 45 рейтингової позиції до ТОП-20 країн.

2. Глобальний інноваційний індекс (Global Innovation Index, Школа бізнесу INSEAD, BOIB і Корнельський університет): покращення значень України від 64 рейтингової позиції до ТОП-30 країн світу.

3. Зростання патентної активності (Patent activity, Bloomberg): з 27 місця у світі увійти до ТОП-10 країн – світових лідерів.

Суспільству потрібна інтелектуально й соціально компетентна особистість, здатна критично мислити, творчо діяти, застосовувати набуті знання в нестандартних ситуаціях. Становлення особистості починається зі школи, де завдання педагога «якомога раніше виявити, розпізнати природні нахили учня, розвинути їх і дати поштовх до самореалізації творчої особистості». Для формування такої особистості мають використовуватися у навчально-виховному процесі інноваційні методи, прийоми навчання, завдання і вправи, які спонукали б молодь до творчої діяльності. Творчою вважається продуктивна, самостійна, цілеспрямована діяльність учня, студента, у процесі якої учень, студент комбінує, змінює чи створює щось нове на доступному для нього рівні. І найкращим способом виявлення особистості є творчі роботи учнів, наукові праці студентів. Основними показниками творчості в цьому випадку є самостійність, ініціативність, активність, а результатом творчої самостійної діяльності - якісно нові цінності учня, студента, людини. Важливим у цьому напрямі є застосування у роботі педагога методів і прийомів, які спонукали б молодь до творчого, неординарного мислення: навчальні семінари, диспути, учнівські й студентські конференції, конкурси на кращі твори, літературні вечори, студентська літературна газета тощо. У процесі проведення навчальних занять останнім часом значна увага приділяється вибору індивідуальних прийомів, форм і засобів подачі навчального матеріалу. Для підготовки спеціалістів у навчальному процесі застосовуються інтерактивні технології, які на сучасному етапі, як відзначається в, стають новим освітнім стандартом. При використанні інтерактивних методів та засобів навчання важливим є готовність викладачів до здійснення інтерактивного навчання, психологічний аспект, технічна поінформованість, технічне забезпечення інтерактивними засобами навчання. Активне навчання потребує залучення студентів у навчальний процес. Широке застосування мультимедійних технологій здатне різко підвищити ефективність активних методів навчання для всіх форм організації навчального процесу: на етапі самостійної підготовки студентів, на лекціях, на семінарських, практичних та лабораторних заняттях. Одними із основних можливостей і переваг засобів мультимедіа у разі їх застосування у навчальному процесі є одночасне використання декількох каналів сприйняття студента в процесі навчання, за рахунок чого досягається інтеграція інформації, що доставляється різними органами чуттів.

Об'єктивна необхідність технологічних інновацій для забезпечення конкурентоспроможності економіки та національної безпеки вимагає нових пріоритетів для інженерної діяльності. Тісна взаємодія і взаємопроникнення фундаментальних і прикладних досліджень, міждисциплінарний характер нових наукоємних технологій, що дозволяють вирішувати комплексні завдання в різних областях, вимагають нових парадигм інженерної діяльності. Серйозний вплив на зміну ролі інженера в високотехнологічній промисловості здійснюють глобалізація, суперконкуренція, складна демографічна ситуація і збільшення частки мультидисциплінарних досліджень, стрімкий розвиток і ускладнення наукомістких технологій. Глобальна економіка знань передбачає, що сучасний інженер володіє широким спектром ключових компетенцій, а не тільки знаннями вузькоспеціалізованих науково-технічних і інженерних дисциплін, що якісно змінює характер інженерної освіти. Інноваційні технології, комплексні наукові мегапроблеми і реалізація нових парадигм вимагають створення мультидисциплінарних команд фахівців, що володіють ключовими компетенціями світового рівня з широкого спектру напрямків, а не тільки в рамках традиційних інженерних дисциплін.

Саме оновлення методології та змісту інженерної освіти на основі тенденцій і підходів сучасного наукоємного інжинірингу та інноваційної економіки знань необхідно відзначити в якості головних умов переходу до інноваційної інженерної освіти. Порівняння кращих вітчизняних і зарубіжних освітніх програм, кращих практик (інженерна підготовка через виконання на старших курсах реальних НДР на замовлення промислових підприємств і ін.). Інтеграція сучасних досягнень науки і техніки, передових промислових технологій, результатів виконаних НДР, а також ідей і підходів світових лідерів в зміст курсів і практикумів - все це повинно сприяти розвитку інноваційної інженерної освіти.

Міждисциплінарні дослідження виступають фундаментальною науковою основою технологій. Інформаційно-комунікаційні технології, наукоємні комп'ютерні технології на основі результатів багаторічних між-, мульти- і трансдисциплінарних досліджень, нано-технології, NBIC-технології і т.д. сприяють стрімкому поширенню і проникненню нових між- і мультидисциплінарних знань в нові області, міжгалузевий трансфер передових «інваріантних» технологій. Саме тому вони є «конкурентними перевагами завтрашнього дня». Їх широке впровадження дозволить забезпечити інноваційний розвиток високотехнологічних підприємств української економіки.

Інноваційну інженерну діяльність (ІІД) характеризують:

- посилення творчого характеру діяльності (вміння творчо вирішувати професійні завдання, непересічно мислити, швидко орієнтуватися у великих обсягах інформації в умовах обмеженого часу);

- інтеграція інженерних функцій і видів діяльності (ефективне поєднання різнобічних інженерних функцій: винахідництва, конструювання, проектування, організації виробництва та ін.);
- ефективна міжпрофесійна комунікація (готовність до ефективної роботи в команді з представниками інших професій і галузей виробництва);
- орієнтація на потреби ринку (прагнення безперервно підвищувати якість товарів і послуг, їх конкурентоспроможність, відповідність вимогам ринку).

Відмінними рисами ІІД є не тільки новизна в постановці цілей і завдань, глибока змістовність і здатність свідомо змінювати і розвивати себе, робити внесок в професію, а й розробка нових концепцій змісту діяльності, педагогічних технологій, оригінальність застосування раніше відомих і використання нових методів вирішення педагогічних і інженерних задач. Інженерній діяльності властиві як технологічні, так і соціальні суперечності.

У структурі інноваційної діяльності інженера зазвичай виділяють структурні та функціональні компоненти, критерії і рівні.

До структурних компонентів належать: мотиваційний, креативний, технологічний і рефлексивний.

Функціональні компоненти включають: особистісно-мотиваційну переробку технічних проектів; прийняття рішень про використання та/або розробку матеріалів, нових методів, нових технологій; формування цілей і загальноконцептуальних підходів; планування етапів експериментальної роботи; прогнозування труднощів, протиріч, проблем, впровадження нових матеріалів, методів, технологій у виробництво; корекцію і оцінку інноваційної діяльності).

Критеріями виступають: творча сприйнятливість до інженерних інновацій, творча активність, методологічна і технологічна готовність до введення нововведень, професійна культура.

Рівні: репродуктивний, евристичний і креативний.

Відомі різні типології інженерної діяльності:

- **лінійний інженер**, організуючий роботу первинного трудового колективу і ефективно експлуатуючий сучасне обладнання;
- **інженер-технолог**, здатний забезпечити освоєння високих наукоємних технологій та їх впровадження у виробництво;
- **інженер по трансферу**, здатний забезпечити трансфер наукових ідей в технологію, організувати виробництво товарів і послуг на їх основі;
- **системний інженер**, який є носієм цілісної інженерної діяльності, здатний до творчої роботи на всіх етапах життєвого циклу створення систем – від дослідження і конструювання до розробки технології, виготовлення, доведення до споживача і забезпечення експлуатації;

- **соціотехнічний інженер**, який бере участь в розробці нової техніки і технологій, в формуванні техносфери та виробничого середовища з урахуванням соціально-гуманістичних, екологічних, психологічних, етичних і естетичних аспектів.

Зазвичай виділяють три кваліфікаційні рівні підготовки інженера:

1) **початковий**, що ґрунтується на словесному, наочному і практичному методах навчання, які формують у майбутнього інженера базову систему знань, яка закріплюється шляхом практичних занять, виробничих практик, курсових і лабораторних робіт;

2) **прикладний**, передбачає активне і творче застосування отриманих в період навчання знань для вирішення завдань в напрямках інженерної діяльності, пов'язаних з виробництвом та наданням послуг;

3) **продуктивний**, досягається інженером, який в процесі розробки нових технічних об'єктів здатний вирішувати складні проблемні завдання на винахідницькому рівні, при цьому створення принципово нових систем, приладів і машин на сучасному рівні дуже часто вимагає виходу за межі традиційних науково-технічних напрямків.

З усього різноманіття вимог до інженерів взагалі і до інноваційних інженерів особливо основними слід вважати розвинений механізм прийняття технічних рішень на винахідницькому рівні, здатність знаходити необхідну інформацію та самообучатися. Саме ці якості є базовими для продуктивної трудової і творчої діяльності інженера в якості виконавця.

Можна сказати, що інноваційний інженер - це інженер продуктивного кваліфікаційного рівня, що володіє сформованим механізмом прийняття інноваційних рішень у відповідних галузях науки, техніки і технологій. Базою цього рівня кваліфікації є перш за все достатній рівень освіти в галузі точних наук і спеціальних дисциплін, володіння необхідними для роботи комп'ютерними технологіями, програмами і методами проектування, знання і використання в роботі методів пошуку інформації, системного інжинірингу та методів активізації творчого мислення. Акцент на практичному використанні отриманих знань вже в процесі навчання майбутнього інженера, а також вдосконалення системи післядипломної освіти вимагають серйозних змін в програмах і методах підготовки інженерів взагалі і інноваційних інженерів особливо.

В умовах зростаючого розриву між вимогами до випускників і якістю освіти серед світових тенденцій розвитку інженерної освіти можна виділити: фундаменталізацію та інформатизацію; технологізацію і практико-орієнтованість; універсалізацію і підготовку фахівців широкого профілю; екологізацію і гармонізацію відносин з природою; гуманізацію та орієнтацію на



потреби людини; посилення економічної та правової підготовки; управлінську та психолого-педагогічну підготовку.

До трендів, які обумовлюють зміну вимог до компетенцій, можна віднести:

- становлення суспільства знань (посилення наукової складової, дослідницькі навички; володіння широким спектром ключових компетенцій, готовність до навчання протягом усього життя і до зміни власних професійних установок);

- зростання техногенних факторів в житті людства, що ведуть до ризику мегакатастроф (володіння технологіями комплексної експертизи, що інтегрують техніко-технологічну, екологічну, соціально-гуманітарну оцінку інженерних проектів);

- стрімкий розвиток і ускладнення наукомістких технологій, формування технонауки (здатність розуміти характер нових комплексних наукових мегапроблем і передбачати можливі наслідки їх розвитку та ризику для сучасного суспільства);

- збільшення частки міждисциплінарних і інтегральних досліджень, взаємопроникнення фундаментальних і прикладних досліджень, виникнення нових напрямків на стику наук (здатність вирішувати комплексні завдання в традиційних, суміжних і нових областях, виходити на нові парадигми інженерної діяльності, володіння творчим мисленням);

- поява нових глобальних інформаційних парадигм, виникнення на цій основі транснаціональних корпорацій (участь в роботі міждисциплінарних команд, що вимагає інтелектуального діапазону, володіння ключовими компетенціями світового рівня з широкого спектру напрямків науки і техніки, володіння іноземними мовами, розуміння цінності своєї та інших культур);

- вдосконалення інформаційних технологій, що впливають на самоорганізацію психічних і когнітивних процесів, які відповідають за здатність підтримувати особистісну цілісність та ідентичність (здатність передбачати слабо контрольовані наслідки впровадження досягнень генної інженерії, що змінює життєві баланси природного середовища проживання людини і природи самої людини).

В сучасних умовах необхідний комплексний підхід до формування інженерних компетенцій, що базується на різних підходах і технологіях.

В даний час навчання в процесі роботи над певними проектами (проектне навчання) стає провідним способом підготовки кадрів. За чотири-шість років навчання студент бере участь в декількох реальних проектах і отримує значущі результати в ході вирішення конкретних завдань з промисловості.

Проекти виконуються спільно студентами старших курсів, аспірантами, викладачами та представниками академічних інститутів або промислових підприємств. Нові підходи в інженерній освіті дозволяють зосередитися на аналізі, дослідженні та вирішенні будь-якої конкретної проблеми, що стає відповідною точкою в процесі навчання. Проблема для дослідження максимально мотивує студентів усвідомлено отримувати знання, необхідні для її вирішення, а міждисциплінарний підхід до навчання привчає студентів самостійно «добувати» знання з різних наукових областей, групувати їх і концентрувати, поміщаючи в контекст конкретного завдання. Інженер в конкурентоспроможній команді співробітників повинен вміти ставити і вирішувати завдання різного рівня складності, пов'язані з розробкою виробів, систем або послуг, їх фінансуванням і подальшою реалізацією. Для цього, спираючись на широку наукову культуру, він повинен володіти всім спектром знань - від природнонаукових, технічних, економічних наук до соціальних і гуманітарних дисциплін. Сучасний інженер - це і професіонал, що володіє компетенціями світового рівня, і організатор, і координатор, і менеджер комплексних науково-технічних проектів.

Інтеграція зазначених підходів з урахуванням специфіки предметної області, особливостей освітнього процесу, застосовуваних наукомістких інновацій, а також задоволення вимог роботодавців до якості підготовки інженерів допоможуть досягти кращих результатів в процесі формування ключових компетенцій фахівців інженерної сфери. Інноваційний інженерний проектний підхід, що інтегрує зазначені методи, - це ключ до практичного вирішення комплексних завдань промисловості. Викладачі, аспіранти і студенти в рамках міждисциплінарних команд на базі наукових і інженерних шкіл можуть спільно виконувати міждисциплінарні дослідження із застосуванням сучасних технологій і наукомісткого високотехнологічного обладнання. Задовольнити реальні потреби роботодавців в компетентних фахівцях дозволить реалізація багаторівневого компетентнісного підходу на основі принципу «від вузькоспеціалізованих кваліфікацій до компетенцій світового рівня» з орієнтацією на вирішення актуальних наукоємних завдань в промисловості. Широке впровадження методології управління повним життєвим циклом складних технологічних і технічних систем дозволить збагатити інженерну підготовку, зробивши її комплексною. В останні десятиліття підвищуються вимоги до цілісності, універсальності і широті підготовки інженера, який виявляється одночасно в ролі вченого, технічного експерта і керівника підприємства.

Висновок. Таким чином, актуальними виявляються основні положення концепції інженерної освіти, розробленої багато років тому: фундаментальне знання є знанням соціально-культурним; теоретичне природознавство



являє собою основу конструктивної діяльності людини (інженерне проектування); технічний об'єкт «живе» за законами соціуму; професія інженера - професія елітарного характеру. Сьогодні нам належить намітити вектор подальшого розвитку. ДДМА позиціонує себе як академічний центр технологічного розвитку північного регіону Донбасу. Точками зростання ми вважаємо міждисциплінарність, комерціалізацію знань, створення системи трансферу технологій та інкубатор стартапів і техностартеров.

ЛІТЕРАТУРА

1. Machlup, F. (1973). *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*. Princeton: Princeton University Press, 436 p. (Russian translation: Moscow: Progress Publ., 1996, 544 p.)
2. Duderstadt, J.J. (2008). *Engineering for a Changing World. A Roadmap to the Future of Engineering Practice, Research, and Education*. The University of Michigan. 2008.
3. Dyakonov, H.S., Ivanov, V.G., Kondratyev, V.V. (2013) *The Global Challenges in Engineering and the Engineering Training at the Research Technological University*. In: 42nd International Conference on Interactive Collaborative Learning, September 25–27, 2013, Kazan, Russia, pp. 95-101.
4. Кондратьев В.В. Инженерная педагогика как основа системы подготовки преподавателей технических университетов // *Высшее образование в России*. 2018. № 2. С. 29–38.
5. *УКРАЇНА 2030: Доктрина збалансованого розвитку*. Видання друге. — Львів: Кальварія, 2017. — 164 с.