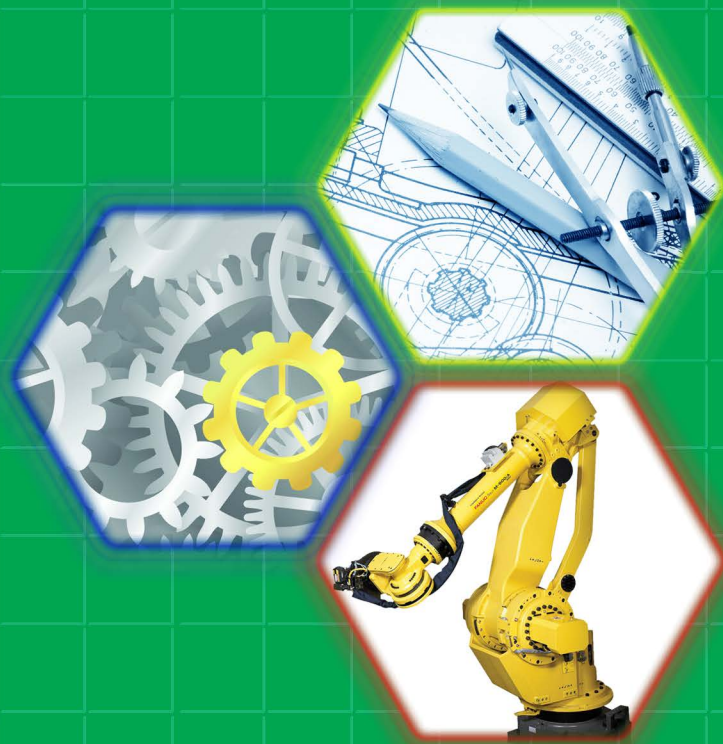




В. О. Іванов, Д. В. Криворучко, О. В. Купенко

Практико-орієнтовані технології в інженерній освіті

Навчальний посібник





Розроблено в рамках виконання проекту Темпус
«Модернізація вищої інженерної освіти в Грузії, Україні та
Узбекистані відповідно до технологічних викликів»

Проект фінансується за підтримки Європейської комісії.
Зміст публікації відображає точку зору авторів, і Європейська комісія
не може бути відповідальною за будь-яке використання інформації,
наведеної в публікації.

В. О. Іванов, Д. В. Криворучко, О. В. Купенко

Практико-орієнтовані технології в інженерній освіті

Навчальний посібник

Харків
НТМТ
2015

УДК 378.147(075)
ББК 74.584(0)я73
I-20

Автори:

В. О. Іванов – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів Сумського державного університету;

Д. В. Криворучко – доктор технічних наук, доцент, професор кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів Сумського державного університету;

О. В. Купенко – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри філософії, політології та інноваційних соціальних технологій Сумського державного університету

Рецензенти:

К. О. Дядюра – доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри прикладного матеріалознавства та технології конструкційних матеріалів Сумського державного університету;

В. Д. Рудь – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерного проектування верстатів та технології машинобудування Луцького національного технічного університету

*Рекомендовано до видання вченою радою
Сумського державного університету
(протокол № 11 від 11.06.2015 року)*

Іванов В. О.

I-20 Практико-орієнтовані технології в інженерній освіті: навчальний посібник / В. О. Іванов, Д. В. Криворучко, О. В. Купенко. – Харків : НТМТ, 2015. – 140 с.
ISBN 978-617-578-237-8

У рамках виконання програми Європейської комісії TEMPUS проекту «Модернізація вищої інженерної освіти в Грузії, Україні та Узбекистані відповідно до технологічних викликів» (ENGITEC) у навчальний процес підготовки магістрів упроваджено міждисциплінарний навчальний модуль «Основи викладання інженерних дисциплін», що пройшов успішну апробацію у 2014–2015 н.р. Метою є підвищення якості підготовки й професійного виховання фахівців технічного спрямування шляхом практико-орієнтованої підготовки.

Навчальний посібник призначений для інженерно-технічних і науково-педагогічних працівників, аспірантів і студентів інженерних спеціальностей вищих навчальних закладів.

УДК 378.147(075)
ББК 74.584(0)я73

ISBN 978-617-578-237-8

© Іванов В. О., Криворучко Д. В., Купенко О. В., 2015

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| INTRODUCTION | 5 |
| ВСТУП | 7 |
| 1. ПРАКТИКО-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД В ІНЖЕНЕРНІЙ ОСВІТІ (<i>Іванов В. О., Криворучко Д. В.</i>)..... | 9 |
| 1.1. Порівняльний аналіз існуючих концепцій інженерної освіти | 9 |
| 1.2. CDIO – концепція інженерної освіти..... | 12 |
| 1.3. Стандарти CDIO..... | 15 |
| 1.4. Міжнародний досвід реалізації ініціативи CDIO | 30 |
| 2. УЧАСТЬ ПІДПРИЄМСТВ У ФОРМУВАННІ КОМПЕТЕНЦІЙ СУЧАСНОГО ІНЖЕНЕРА (<i>Криворучко Д. В., Іванов В. О.</i>)..... | 39 |
| 2.1. Досвід країн Європи | 39 |
| 2.2. Досвід України | 56 |
| 2.3. План сталого розвитку співпраці між підприємствами та вищими навчальними зкладами | 59 |

| | |
|---|-----|
| 3. ПІДХІД CDIO У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ (Іванов В. О., Криворучко Д. В., Купенко О. В.)..... | 62 |
| 3.1. Організація роботи бакалаврів на прикладі кейса «Комп’ютерні системи автоматизованої підготовки виробництва» | 62 |
| 3.2. Організація роботи магістрантів на прикладі кейса «Популяризація інженерної освіти серед старшокласників середніх загальноосвітніх шкіл»..... | 66 |
| 3.3. Основи розроблення кейсів..... | 73 |
| 4. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНІЦІАТИВИ CDIO НА НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТТЯХ (Купенко О. В.)..... | 81 |
| 4.1. Діяльнісний підхід. Метод проектів | 81 |
| 4.2. Організація творчої діяльності учасників навчального процесу | 93 |
| 4.3. Організація роботи малих груп | 103 |
| 4.4. Електронні засоби навчання | 112 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 120 |
| ДОДАТКИ | 126 |

INTRODUCTION

Modern engineering education in Ukraine needs of specialists of new formation: creative, independent, able to learn and work in a team.

Participants of the project «Modernizing higher engineering education in Georgia, Ukraine and Uzbekistan to meet the technological challenge» (ENGITEC 530244-TEMPUS-1-2012-1-SE-TEMPUS-JPCR), supporting the initiative of CDIO, focus on the problems that should be resolved for full realization of this initiative, particularly in Ukraine:

- achievement of learning outcomes in accordance with the expectations of stakeholders, in particular potential employers. For solve this problem we need a new quality of cooperation between higher education institutions (HEIs) and industrial enterprises;
- equipping laboratories and appropriate modern equipment for create products, processes and systems by students. For resolve this problem we need a finances;
- necessity of the development active teaching methods and improvement pedagogical competencies of teachers.

CDIO standards and Ukrainian realities problems associated with the implementation of these standards, as the fundamentals for the textbook. Relevant practical experience has been obtained within the framework of study visits to European partners of ENGITEC project – Royal Institute of Technology (Sweden), University of Leeds (UK), Polytechnic University of Turin (Italy).

Much attention in the textbook is paid to work with undergraduates of engineering specialties as people, from which depends the future. Who they will be: heads of projects, businessmen or university professors? In any case, it depends from them, will it be possible in the near future realize fully

initiative of CDIO in our country. It is with heads of the companies need to harmonize the issue of expected results of graduates, from the businessmen can be expected to update the range of laboratory equipment of training programs, from young teachers should expect the wide use of active learning methods.

The textbook highlights the methods and learning tools that can be used to implement the initiative CDIO, achieving integrated education, for providing disciplinary knowledges along with personal skills and interpersonal skills, skills to create products, processes and systems.

In the conditions of implementation of the Law of Ukraine “On Higher Education”, the increasing role of independent academic work, expanding the list of courses at the option for students, proposed training manual is designed to promote the creation of a holistic view of young people about the profession of engineer, that they get.

ВСТУП

Сучасна інженерна освіта в Україні потребує фахівців нової формації: творчих, самостійних, здатних навчатися та працювати в команді.

Учасники проекту «Модернізація вищої інженерної освіти в Грузії, Україні та Узбекистані відповідно до технологічних викликів» (ENGITEC 530244-TEMPUS-1-2012-1-SE-TEMPUS-JPCR), підтримуючи в цілому ініціативу CDIO, акцентують увагу на проблемах, які потрібно вирішити для повномасштабної реалізації цієї ініціативи, зокрема в Україні:

- досягнення результатів навчання відповідно до очікувань зацікавлених осіб, зокрема потенційних роботодавців. Для вирішення цієї проблеми потрібна нова якість співпраці між вищими навчальними закладами (ВНЗ) та виробничими підприємствами;
- оснащення лабораторій і відповідного новітнього обладнання для створення студентами продуктів, процесів, систем. Для розв'язання цієї проблеми потрібні фінанси;
- необхідність розвитку активних методів навчання і вдосконалення педагогічних компетенцій викладачів.

Стандарти CDIO й проблеми українських реалій, пов'язані з реалізацією цих стандартів, покладено в основу навчального посібника. Відповідний практичний досвід напрацьовано в рамках стажувань у європейських партнерів проекту ENGITEC – Королівський технологічний інститут (Швеція), Університет м. Лідса (Великобританія), Політехнічний університет м Турина (Італія).

Значна увага в навчальному посібнику приділена роботі з магістрантами інженерних спеціальностей як

людьми, від яких залежатиме майбутнє. Ким вони стануть: керівниками проектів, бізнесменами чи викладачами університетів? У будь-якому разі саме від них залежатиме, чи вдасться в найближчій перспективі реалізувати в нашій державі повною мірою ініціативу CDIO. Адже саме з керівниками підприємств потрібно узгоджувати питання очікуваних результатів випускників ВНЗ, на бізнесменів можна сподіватися щодо оновлення номенклатури лабораторного обладнання навчальних програм, від молодих викладачів необхідно очікувати широкого використання активних методів навчання.

Навчальний посібник висвітлює методи та засоби навчання, що можуть бути застосовані для реалізації ініціативи CDIO, досягнення інтегрованого навчання, для забезпечення дисциплінарних знань поряд із особистісними навичками та навичками міжособистісного спілкування, навичками створення продуктів, процесів і систем.

В умовах імплементації положень Закону України «Про вищу освіту», зростання ролі самостійної навчальної роботи, розширення переліку дисциплін за вибором студентів запропонований навчальний посібник покликаний сприяти створенню цілісного уявлення молодих людей про професію інженера, яку вони здобувають.

1. ПРАКТИКО-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД В ІНЖЕНЕРНІЙ ОСВІТІ

1.1. Порівняльний аналіз існуючих концепцій інженерної освіти

Період кінця 60-х – початку 70-х рр. ознаменувався збільшенням кількості університетів, зокрема з новими навчальними моделями. Проблемно-орієнтована модель навчання вперше була реалізована в галузі охорони здоров'я у 1968 р. в University of McMaster (Канада), у 1972 р. в Maastricht University (Нідерланди) і в 1978 р. у Newcastle University (Великобританія). Впровадження проектно-орієнтованого навчання в інженерній освіті, соціальних і гуманітарних науках реалізувалося вперше у 1972 р. у Roskilde University (Данія) та в 1974 р. у Aalborg University (Данія). Такі підходи одержали загальну назву PBL-моделі (абрев. від Problem-based Learning), тобто проблемно-орієнтоване навчання [1].

PBL-модель не бере початок з якоїсь однієї конкретної організації, а є результатом соціальних експериментів в освітніх системах. Сьогодні PBL-модель добре реалізована в усіх аспектах навчального процесу – розробленні навчальних програм, процесі навчання, розвитку компетенцій. Навчання за PBL-моделлю охоплює університети по всьому світу як у галузі охорони здоров'я і права, так і в галузі інженерних наук.

Названі університети були віхою для розроблення моделей навчання, де студент – це центральна фігура. Свого часу вони зіграли важливу роль як навчальні заклади, де можливо було здобувати освіту за альтернативною моделлю навчання.

У навчальному плані за PBL-моделлю результатами навчання є знання, навички та компетенції, а дисципліни

використовуються як платформа для навчання студентів, щоб досягти визначених компетенцій. У процесі PBL-навчання навичок, таких як самостійне навчання, керування проектами, співпраця, комунікації тощо, набувають студенти на основі комплексного підходу, що поєднує практичну підготовку студентів та їх теоретичне навчання.

Відповідно до PBL-моделі викладачі є посередниками (консультантами) у процесі навчання студентів. Це фундаментальний принцип навчання, що передбачає студента як власника навчального процесу, а викладача – як посередника між студентом і знаннями, тобто його роль у навчальному процесі спрямовувати студентів, надаючи ідеї, методи та інструменти, щоб студент міг вибрати серед них.

Відправною точкою концепції CDIO (абрев. від *Conceive – Design – Implement – Operate*) став 1998 р., коли у *Massachusetts Institute of Technology* (США) виникла потреба у розробленні навчального плану, який би дав відповідь на запитання: «Що таке повний набір знань, умінь і навичок, якими випускники інженерних спеціальностей повинні володіти?».

CDIO-програми розробляються на основі дискусії зацікавлених сторін про те, що інженери повинні вміти працювати як професіонали-практики: планувати, проектувати, реалізувати та керувати реальними технічними системами і виробничими процесами. Ця робота була явно представлена як реакція на звичайну інженерну освіту. Педагоги звернули увагу, що технічна наука швидко замінила інженерну практику як домінуючу культуру в інженерних навчальних закладах. Порівнюючи з кількома десятиліттями раніше, все менше викладачів мали практичний досвід. Автор і співзасновник ініціативи CDIO Едвард Кроулі (*Edward F. Crawley*) підсумував це у

тексті навчальної програми «Інженерна освіта надто віддалилася від практики» [2].

CDIO-програми навчальних курсів були розроблені на основі побажань зацікавлених сторін і повної систематичної перевірки. Зворотний зв'язок від промислових підприємств стосовно вимог до інженерів є основним посиланням [3, 4]. Інші важливі вимоги зацікавлених сторін були взяті з нових стандартів США, які вперше будувалися на результативному підході, підкреслюючи більш широкий набір необхідних навичок [5]. Також деякі основи концепції були доповнені у працях 8-ї Міжнародної конференції CDIO, що відбулася у Queensland University of Technology (Австралія) у 2012 р. [6].

Таким чином, CDIO і PBL зробили фокус на більш широкому наборі результатів навчання порівняно з традиційними програмами академічної освіти, особливо підкреслюючи розвиток професійних навичок та особистісного зростання як професіонала. Однак історія та відправні точки розвитку зазначених концепцій вищої освіти трохи відрізняються. PBL стосується кількох дисциплін та освітніх програм, у той час як CDIO орієнтована лише на одну професійну галузь – інженерну освіту. Також різні засоби і кінцева логіка. Для PBL це був навчальний процес і студент – центральна ланка у цьому процесі. Метою CDIO є збалансування намічених результатів навчання з професійною практикою, що фокусує на певних акцентах у викладанні й навчанні. Ця відмінність узгоджується з духом часу, коли був розроблений відповідний підхід. У коренях PBL соціальна потреба 60-х і 70-х рр. XX століття. Ініціатива CDIO була створена набагато пізніше, а отже, спостерігаються більш сучасні тенденції, наприклад практико-орієнтовані системи

навчання як вимога зовнішніх зацікавлених сторін внести практичні аспекти у навчальний процес.

1.2. CDIO – концепція інженерної освіти

Офіційно спільнота CDIO з'явилася у 2000 р. завдяки співробітництву Massachusetts Institute of Technology (США) з трьома шведськими університетами – Chalmers University of Technology, Linkoping University, Royal Institute of Technology (рис. 1.1). Проект отримав чотири роки фінансування від Knut and Alice Wallenberg Foundation, і партнери приступили до розроблення пілотних CDIO-програм, оснований на забезпеченні якості навчання та навичок, необхідних для професійного зростання.

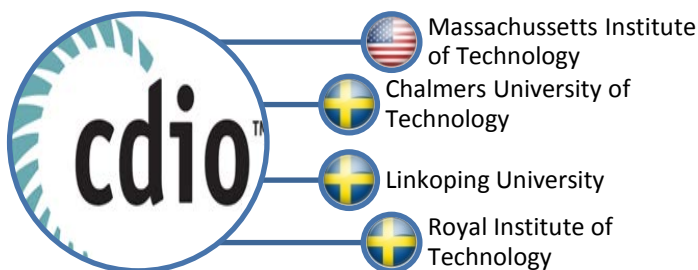


Рисунок 1.1 – Засновники ініціативи CDIO

Міжнародний проект із реформування вищої освіти у галузі техніки і технологій, розпочатий у 2000 р., набув великого поширення в усьому світі. Ініціатива CDIO охоплює освітні програми в галузі техніки і технологій в усьому світі [7]. Завданням проекту є навчання студентів, в основу якого покладено освоєння інженерної діяльності відповідно до моделі «Планувати – Проектувати – Реалізувати – Керувати», реальні технічні системи та виробничі процеси (рис. 1.2). Ініціатива CDIO передбачає три основні завдання щодо навчання студентів, здатних:

- оволодівати глибокими знаннями технічних основ;
- керувати процесом створення та експлуатації нових виробів і систем;
- розуміти важливість і наслідки впливу наукового та технологічного прогресу на суспільство.

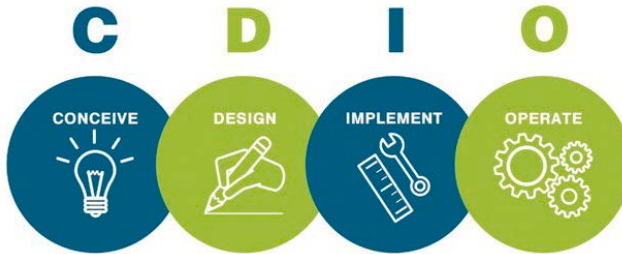


Рисунок 1.2 – Модель навчання за концепцією CDIO «Планувати – Проектувати – Реалізувати – Керувати»

У рамках ініціативи CDIO розроблено безліч ресурсів, що можуть бути адаптовані та впроваджені з урахуванням специфіки конкретних освітніх програм та використані для досягнення вищезазначених завдань. Ці ресурси призначені для формування освітніх програм, що містять взаємопов'язані дисципліни, де навчання передбачає набуття навичок створення виробів, процесів і систем, міжособового спілкування та розвитку особистісних якостей. У процесі навчання студенти набувають багатого досвіду щодо проектно-конструкторської та експериментальної діяльності як у навчальних аудиторіях, так і в сучасних наукових лабораторіях. Одним із таких ресурсів є стандарти CDIO.

Сьогодні ініціативу CDIO підтримують більше ніж 120 вищих навчальних закладів із 30 країн Європи, Північної і Латинської Америки, Азії, Австралії та Нової Зеландії, Африки (табл. 1.1). Повний перелік вищих навчальних закладів зазначено на офіційному веб-сайті ініціативи CDIO [7].

Таблиця 1.1

Представництво ініціативи CDIO за регіонами світу

| Регіон | Кількість ВНЗ | Координатор |
|----------------------------|----------------------|--|
| Австралія та Нова Зеландія | 8 | Duncan A. Campbell, Queensland University of Technology (Австралія) |
| Азія | 19 | Changchun Li, Beijing University (Китай), Peihua Gu, Shantou University (Китай), Helene Leong, Singapore Polytechnic (Сінгапур) |
| Африка | 2 | Josua Meyer, University of Pretoria (Південна Африка) |
| Великобританія та Ірландія | 11 | Paul Hermon, Queen's University (Великобританія), Matt Murphy, University of Liverpool (Великобританія) |
| Європа | 56 | Jens B. Bennedsen, Aarhus University (Данія), Juha Kontio, Turku University of Applied Sciences (Фінляндія), Fredrik Georgsson, Umea University (Швеція) |
| Латинська Америка | 10 | Francisco Viveros, Pontificia Universidad Javeriana (Колумбія), Patricio Poblete, Universidad de Chile (Чилі) |
| Північна Америка | 20 | James Leylek, University of Arkansas (США), Ron Hugo, University of Calgary (Канада) |

1.3. Стандарти CDIO

У січні 2004 р. (рис. 1.3) у рамках ініціативи CDIO прийнято 12 стандартів для опису програм CDIO. Ці стандарти розроблено у відповідь на запити керівників програм, випускників і партнерів від промисловості, яким необхідні були критерії відмінності програм CDIO та їх випускників. У результаті в стандартах CDIO були визначені спеціальні вимоги до програм CDIO, які можуть бути керівництвом для реформування та оцінювання освітніх програм.



Рисунок 1.3 – Періодизація ініціативи CDIO

Ці стандарти є відправною точкою для безперервного поліпшення якості навчання [7–9]. У 12 стандартах (рис. 1.4) висвітлюються філософія програми (стандарт 1), розроблення навчальних планів (стандарти 2–4), реалізація проектної діяльності та вимоги до робочого простору (стандарти 5 і 6), методи викладання та навчання (стандарти 7 і 8), підвищення кваліфікації викладачів (стандарти 9 і 10), а також оцінювання

результатів навчання та програми в цілому (стандарти 11 і 12). Нижче для кожного стандарту наводяться опис, логічне обґрунтування та рубрика щодо самооцінки.

Із дванадцяти стандартів CDIO сім є найбільш істотними, оскільки вони визначають відмінності підходу CDIO від інших реформ у галузі освіти (ці стандарти позначено *). П'ять додаткових стандартів значно збагачують вимоги до програм CDIO та відображають досвід найкращих практик інженерної освіти.

У розділі «Опис» наводиться формулювання стандарту та пояснюється його значення, визначені ключові терміни і наведена основна інформація.



Рисунок 1.4 – Стандарти ініціативи CDIO

Логічне обґрунтування містить аргументи на користь прийняття стандарту, які базуються на дослідженнях у галузі освіти, а також ураховують досвід кращих практик в інженерній діяльності та вищій освіті. У цьому розділі наводяться відмінні якості ініціативи CDIO від інших реформ у галузі освіти.

Стандарт 1 – CDIO як філософія інженерної освіти*

Прийняття принципу, відповідно до якого розвиток та реалізація життєвого циклу виробів, процесів і систем відбуваються у рамках моделі «Планувати – Проектувати – Реалізувати – Керувати». Ця модель визначає контекст/зміст інженерної освіти.

Опис

Програма CDIO базується на принципі, що розвиток та реалізація життєвого циклу виробів, процесів і систем є невід’ємними частинами підготовки фахівців у галузі техніки і технологій. Модель «Планувати – Проектувати – Реалізувати – Керувати» придатна до всього життєвого циклу виробу, процесу та системи. Стадія усвідомлення та планування (Conceiving) передбачає визначення потреб споживача, можливості їх задоволення, продумування загальних питань технології, стратегії підприємства та нормативних вимог, а також розроблення концепцій, технічних і бізнес-планів. Стадія проектування (Designing) присвячена розробленню проекту, включаючи плани, креслення та алгоритми, які відображають концепт того, що буде створюватися, реалізовуватися та керуватися. На стадії реалізації (Implementing) проект перетворюється у виріб, процес або систему, враховуючи апробацію, виробництво, валідацію та сертифікацію. На стадії керування (Operating) відбувається використання виготовленого виробу для отримання запланованого

результату, включаючи підтримку, розвиток і вилучення виробу з експлуатації.

Філософія CDIO визначає контекст інженерної освіти, створюючи культурний простір або середовище, в якій відбуваються практика та опановування технічних знань та інших навичок. Цей принцип може реалізовуватися лише у разі, якщо існують:

- розуміння та домовленість викладачів про прийняття підходу CDIO;
- план переходу на програму CDIO;
- підтримка ініціативи реформування керівниками програми та адміністрації.

Обґрунтування

Випускники повинні бути здатними до комплексної інженерної діяльності: планувати, проектувати, реалізовувати та керувати інженерними виробами, процесами й системами у сучасному середовищі, що базується на командній роботі фахівців. Вони повинні мати здатність брати участь у реалізації інженерних процесів, робити внесок у розвиток інженерних виробів та здійснювати цю діяльність, працюючи у компанії. Це є суттю інженерної професії.

Стандарт 2 – результати навчання CDIO*

Специфічні деталізовані результати навчання для розвитку особистісних та міжособистісних якостей і навичок створення виробів, процесів і систем, а також дисципліновані знання відповідають меті програми та узгоджені із зацікавленими особами за програмою.

Опис

Знання, навички та особистісні якості, заплановані як результат інженерної освіти, тобто є результатами навчання, визначені та мають код у переліку CDIO Syllabus. Результати навчання визначають, що випускники

повинні знати та вміти після закінчення своєї освітньої програми. Додатково до результатів навчання для опису технічних знань (розділ 1) у CDIO Syllabus виділяють особистісні та міжособистісні вміння, а також навички створення виробів, процесів і систем.

Особистісні результати навчання (розділ 2) зосереджені на когнітивному та емоціональному розвитку кожного студента, наприклад при поставленні технічних завдань і вирішенні проблем, експериментуванні та отриманні нових знань, системному, творчому та критичному мисленні та професійній етиці.

Міжособистісні результати навчання (розділ 3) дають опис умінь індивідуальної та групової взаємодії, наприклад робота у команді, лідерство, спілкування та мовні комунікації.

Навички створення виробів, процесів і систем (розділ 4) сфокусовані на процесах планування, проектування, впровадження і використання у виробництві, бізнесі та соціальних контекстах.

Результати навчання повинні обговорюватися та затверджуватися ключовими зацікавленими особами програми, тобто тими, хто підтримує інтерес до випускників інженерних освітніх програм з метою відповідності до мети програми та значущості для практичної інженерної діяльності. У рамках програми необхідно подати результати навчання відповідно до CDIO Syllabus. Зацікавлені особи дозволяють визначити очікуваний рівень професіоналізму стосовно кожного результату навчання.

Обґрунтування

Визначення певних результатів навчання допомагають забезпечити отримання студентами відповідної бази для їх майбутньої професії. Професійними інженерними організаціями та представниками

промисловості визначені основні якості (атрибути) інженера-початківця у технічній і професійній галузях.

Більше того, різні органи з оцінювання та акредитації потребують, щоб у рамках інженерних освітніх програм були визначені результати навчання в термінології знань і вмінь (компетенцій) випускників.

Стандарт 3 – інтегрований навчальний план*

Розроблений навчальний план містить взаємозв'язані дисципліни та чіткий план з інтеграції особистісних і міжособистісних навичок, а також навичок створення виробів, процесів і систем.

Опис

Інтегрований навчальний план передбачає навчальний процес, спрямований на набуття особистісних і міжособистісних навичок, а також навичок створення виробів, процесів і систем (стандарт 2) у взаємозв'язку з опануванням дисциплінарних знань та їх застосуванням в інженерній діяльності. Дисципліни є взаємодоповнювальними у тому разі, коли визначені чіткі взаємозв'язки між змістом і результатами навчання окремих дисциплін. Необхідним є чіткий план, що визначає шляхи інтеграції навичок і міждисциплінарних зв'язків, наприклад за допомогою зіставлення конкретних результатів навчання за дисциплінами та елементів навчальної діяльності у рамках програми.

Обґрунтування

Навчання особистісним, міжособистісним і професійним якостям, а також набуття навичок створення виробів, процесів і систем не слід розглядати як доповнення до програми навчання, а повинні бути її невід'ємними складовими. Для досягнення запланованих результатів навчання у частині дисциплінарних знань і навичок, під час формування навчального плану необхідно

максимально використовувати час. Викладачі відіграють активну роль у розробленні інтегрованого навчального плану, передбачаючи проведення відповідних взаємозв'язків між дисциплінами, а також виявлення та узгодження можливості формування й розвитку окремих навичок при вивченні дисциплін, що викладаються.

Стандарт 4 – вступ до інженерної діяльності

Необхідність такої дисципліни є основою для інженерної діяльності при створенні виробів, процесів і систем та формування основних особистісних і міжособистісних навичок.

Опис

Як правило, дисципліна «Вступ до фаху» є однією з перших обов'язкових дисциплін у програмі підготовки і створює уяву про інженерну діяльність. До складу дисципліни входить широкий спектр завдань та обов'язків інженера, а також застосування дисциплінарних знань для вирішення цих завдань. Студентів зацікавлюють інженерною діяльністю шляхом вирішення проблем і простих завдань із проектування, що виконуються індивідуально та в командах. Дисципліна передбачає набуття особистісних і міжособистісних навичок, а також одержання знань і вмінь, необхідних на початку вивчення програми, щоб підготувати студентів до набуття досвіду створення більш складних виробів, процесів і систем. Наприклад, вирішення завдань у невеликих групах дозволяє підготувати студентів до роботи в більш великих командах розробників.

Обґрунтування

Дисципліна спрямована на стимулювання зацікавленості та підвищення мотивації студентів до інженерної діяльності, зосереджуючи їх увагу на практичній користі відповідних основних дисциплін.

Студенти, як правило, обирають інженерні спеціальності тому, що бажають створювати вироби, а вступні дисципліни допомагають підвищити зацікавленість. Крім того, вступні дисципліни сприяють більш швидкому початку розвитку вмінь, перелічених у CDIO Syllabus.

Стандарт 5 – досвід здійснення проектно-впроваджувальної діяльності*

Навчальний план містить два або три проекти, передбачаючи набуття досвіду проектно-впроваджувальної діяльності (один – на базовому рівні та один – на поглибленому рівні).

Опис

Термін проектно-впроваджувальна діяльність означає ряд видів інженерної діяльності, які відносять до процесу розроблення нових виробів і систем. Сюди належать усі види діяльності, зазначені в стандарті 1 на етапах проектування та впровадження, а також відповідні аспекти концептуального проектування із стадії планування. Навчальний план містить набуття досвіду проектно-впроваджувальної діяльності, в якій проінтегровано розвиток у студентів навичок розроблення виробів, процесів і систем, а також здатність застосовувати інженерні знання на практиці. Досвід здійснення проектно-впроваджувальної діяльності залежно від масштабності, складності та послідовності реалізації поділяють на базовий і поглиблений.

Наприклад, отримання досвіду розроблення простих виробів і систем включено до програми на ранній стадії, а складні проектно-впроваджувальні види робіт заплановані у подальших дисциплінах. Це має на меті допомогти студентам інтегровано використовувати знання та навички, отримані на попередніх курсах. Здібності планувати, проектувати, реалізовувати та керувати

виробами, процесами та системами можуть бути вміщені до обов'язкових елементів навчального плану, наприклад у переддипломні дослідницькі проекти та практики.

Обґрунтування

Досвід здійснення проектно-впроваджувальної діяльності необхідно структурувати та формувати таким чином, щоб сприяти успіху інженерної діяльності на ранній стадії. Послідовне набуття досвіду здійснення проектно-впроваджувальної діяльності та підвищення рівня складності закріплюють уявлення студентів про створення виробів і систем. Крім того, формується міцна основа, що дозволяє побудувати глибоке концептуальне розуміння дисциплінарних навичок. Необхідно приділяти особливу увагу роботі студентів над створенням виробів і реалізації процесів у реальних умовах, що сприятиме встановленню студентами взаємозв'язку між технічним змістом, який вивчається, та своїми професійними й кар'єрними інтересами.

Стандарт 6 – робочий простір для інженерної діяльності

Наявність робочого простору для здійснення інженерної діяльності та лабораторій, які сприяють практичному вивченню методів створення виробів, процесів, систем, отриманню дисциплінарних знань і вивченню соціальних аспектів.

Опис

Фізичне середовище навчання містить традиційні місця навчання, наприклад лекційні зали та аудиторії для проведення семінарів, а також лабораторії і робочий простір для інженерної діяльності.

Робочий простір і лабораторії забезпечують набуття навичок створення виробів, процесів і систем одночасно із засвоєнням дисциплінарних знань. Особлива увага

приділяється практичному навчанню, в якому студенти безпосередньо зайняті своїм власним навчанням, та дається можливість для соціального навчання, тобто створюються умови, де студенти мають змогу навчатися один в одного та взаємодіяти у командах. Створення нових робочих просторів або модернізація існуючих лабораторій залежать від розміру програми та ресурсів закладу.

Обґрунтування

Робочий простір та інше навчальне середовище, які підтримують практичне навчання, є основними ресурсами для того, щоб вчитися проектувати, створювати та керувати виробами, процесами і системами. У студентів, які мають доступ до сучасних технічних інструментів, програмного забезпечення та лабораторій, є можливості формувати знання, навички та підходи, що сприяють розвитку компетенцій зі створення виробів, процесів і систем. Ці компетенції якнайкраще розвиваються у робочому просторі, який є особистісно-орієнтованим, зручним у використанні, доступним та інтерактивним.

Стандарт 7 – інтегроване навчання*

Досвід інтегрованого навчання сприяє формуванню дисциплінарних знань поряд із особистісними навичками та навичками міжособистісного спілкування, створення виробів, процесів і систем.

Опис

Інтегроване навчання – це педагогічні підходи, що сприяють вивченню дисциплінарних знань одночасно з розвитком особистісних і міжособистісних навичок, а також навичок створення виробів, процесів і систем. Вивчення питань професійної інженерної діяльності входить до змісту дисциплін. Наприклад, студенти можуть в одному завданні виконувати аналіз виробу, його проектування та розглядати питання соціальної

відповідальності інженера, який спроектував цей виріб. Представники промисловості, випускники та інші зацікавлені особи можуть бути задіяні в розроблення таких завдань.

Обґрунтування

Навчальний план і результати навчання, вимоги до яких розглянуті у стандартах 2 і 3 відповідно, можуть бути реалізовані лише за допомогою відповідних педагогічних підходів, які дозволяють отримати велику користь із навчального часу студента. Крім того, важливо, щоб студенти сприймали викладачів інженерних дисциплін як професійних інженерів, які навчають їх дисциплінарним знанням, особистісним і міжособистісним навичкам, а також навичкам створення виробів, процесів і систем. За наявності інтегрованого навчання викладачі можуть найбільш ефективно допомогти студентам застосовувати дисциплінарні знання в інженерній практиці та краще підготувати їх до відповідних вимог інженерної професії.

Стандарт 8 – активні методи навчання

Опис

Активні методи навчання зацікавлюють студентів безпосередньо у роздумах та процесах вирішення проблем. Менше уваги приділяється пасивній передачі інформації та більше – зацікавленості студентів у керуванні, використанні, аналізі та оцінюванні ідей та змісту дисциплін. Активне навчання на лекційних курсах може передбачати такі методи, як дискусії у невеликих групах, демонстрації наочних прикладів, дебати, питання на розуміння змісту та зворотний зв'язок від студентів відносно матеріалу, який вони вивчають. Активне навчання є практико-орієнтованим у разі, коли студенти намагаються моделювати професійну інженерну

діяльність, наприклад конструювання, моделювання та аналіз ситуацій.

Обґрунтування

Якщо зацікавити студентів у роздумах про концепції, особливо нові ідеї, та вимагати від них висловити їх думки, то студенти зможуть більшому навчитися та зрозуміють, чому й як вони навчаються. Цей процес допомагає підвищити мотивацію студентів до досягнення результатів навчання за програмою та сформувати навички навчання впродовж життя. За допомогою активних методів навчання викладачі можуть допомогти студентам знайти взаємозв'язок із ключовими концепціями та сприяти застосуванню цих знань у нових умовах.

Стандарт 9 – удосконалення CDIO-компетенцій викладачів*

Наявність заходів, які дозволяють підвищити компетентність викладачів у галузі особистісних і міжособистісних навичок, а також навичок створення виробів, процесів і систем.

Опис

Програми CDIO надають підтримку викладачам інженерних дисциплін для підвищення їх компетенції в галузі особистісних і міжособистісних навичок, а також навичок створення виробів, процесів і систем, зазначених у стандарті 2. Ці навички якнайкраще розвиваються в контексті професійної інженерної практики. Характер і масштаб підвищення кваліфікації викладачів залежать від ресурсів та завдань різних програм і закладів. Прикладами заходів, спрямованих на вдосконалення компетенцій викладачів, можуть бути:

- професійне стажування на промисловому підприємстві;

- співробітництво з колегами з промислової сфери в дослідницьких і освітніх проектах;
- вимога про наявність практичного досвіду в критерії обрання на посаду та підвищення посади;
- професійне підвищення кваліфікації в університеті.

Обґрунтування

Якщо викладачі інженерних дисциплін будуть реалізовувати програму, яка містить набуття особистісних і міжособистісних навичок, умінь створення виробів, процесів і систем, проінтегрованих із дисциплінарними знаннями відповідно до стандартів 3, 4, 5, 7, то вони повинні бути компетентними в цих навичках і вміннях. Викладачі інженерних дисциплін, як правило, є експертами в науково-дослідній роботі та базі знань у рамках своїх спеціальних дисциплін, але мають доволі обмежений практичний досвід інженерної діяльності в діловій та промисловій сфері. Крім того, стрімкі темпи появи технологічних інновацій потребують безперервного оновлення інженерних умінь. Викладачам необхідно постійно вдосконалювати свої інженерні знання та навички, щоб студентам наводити відповідні приклади з практики та бути сучасними інженерами.

Стандарт 10 – удосконалення педагогічних компетенцій викладачів

Наявність заходів, що дозволяють підвищити педагогічні компетенції викладачів із використання активних методів навчання та оцінювання студентів при забезпеченні інтегрованого навчання.

Опис

Програма CDIO підтримує викладачів у вдосконаленні їх компетенцій щодо забезпечення інтегрованого навчання (стандарт 7), активного навчання (стандарт 8) та оцінювання навчання студентів

(стандарт 11). Характер і масштаб підвищення кваліфікації викладачів залежать від ресурсів та завдань різних програм і закладів. Прикладами заходів, спрямованих на вдосконалення компетенцій викладачів, можуть бути:

- підтримка участі викладачів в університетських і зовнішніх програмах підвищення кваліфікації;
- участь у форумах для обміну ідеями та кращими практиками;
- оцінювання педагогічної діяльності та використання ефективних методів навчання.

Обґрунтування

Якщо від викладачів очікують, що вони повинні викладати та оцінювати за новими методами (стандарти 7, 8, 11), то їм необхідно давати можливості для розвитку і вдосконалення відповідних компетенцій. У багатьох університетах існують програми підвищення кваліфікації та структурні підрозділи, які їх реалізують. Крім того, якщо при реалізації програм CDIO підкреслюється важливість викладання, навчання та оцінювання, то необхідно забезпечити відповідні ресурси для підвищення кваліфікації викладачів у цих галузях.

Стандарт 11 – оцінювання навчання*

Оцінювання набуття студентами особистісних і міжособистісних навичок, умінь створення виробів, процесів і систем, а також одержання дисциплінарних знань.

Опис

Оцінювання процесу навчання студентів є показником того, в якому ступені кожний студент досяг конкретних результатів навчання. Викладачі, як правило, виконують це оцінювання у межах своїх відповідних курсів. При ефективному оцінюванні навчання використовують безліч методів, які порівнюють результати

навчання з дисциплінарними знаннями, поряд із особистісними та міжособистісними навичками, уміннями створювати вироби, процеси та системи, як зазначено у стандарті 2. Ці методи можуть містити письмові та усні тести, спостереження за роботою студента, шкали рейтингу, рефлексію студентів, журнали, портфоліо, оцінювання студентами один одного та самооцінювання.

Обґрунтування

Якщо ми цінуємо особистісні та міжособистісні навички, уміння створювати вироби, процеси та системи та плануємо їх формування в навчальному плані та процесі навчання, то необхідно мати ефективні технології оцінювання для їх вимірювання. Різні категорії результатів навчання потребують різних методів оцінювання. Наприклад, результати навчання, пов'язані з дисциплінарними знаннями, можна оцінити за допомогою усних та письмових тестів, а для вимірювання проектно-впроваджувальних навичок краще застосовувати спостереження, які фіксуються. Застосування різних методів оцінювання формує широкий діапазон стилів навчання та збільшує надійність і адекватність даних, які оцінюються. У результаті визначення ступеня досягнення студентами запланованих результатів навчання може бути виконано з більшою достовірністю.

Стандарт 12 – оцінювання програми

Наявність системи оцінювання відповідності програми даним дванадцяти стандартам і забезпечення зворотного зв'язку зі студентами, викладачами та іншими зацікавленими особами з метою безперервного вдосконалення.

Опис

Оцінювання програми являє собою судження про повноцінність програми, що ґрунтується на доказах

просування програми до досягнення запланованої мети. Програма CDIO повинна бути оцінена відносно даних 12 стандартів CDIO. Докази повноцінності програми можуть бути зібрані з використанням оцінок дисциплін, думок викладачів, даних вхідних і підсумкових співбесід, звітів зовнішніх експертів, а також додаткових дослідів із залученням випускників і роботодавців. Ця інформація повинна регулярно доводитися до відома викладачів, студентів, керівництва, випускників та інших зацікавлених осіб. Такий зворотний зв'язок є основою для прийняття рішень за програмою і формування планів з її безперервним удосконаленням.

Обґрунтування

Ключова мета оцінювання програми полягає у визначенні ефективності програми з досягнення поставленої мети. Докази, зібрані під час процесу оцінювання програми, також є основою для безперервного вдосконалення програми. Наприклад, якщо в підсумковій співбесіді більшість студентів повідомили, що вони не змогли досягнути деяких результатів навчання, то було б необхідно провести роботу з виявлення та усунення причин. Крім того, проведення регулярного та відповідного оцінювання програми є вимогою багатьох зовнішніх аудиторів і агентств, які здійснюють акредитацію.

1.4. Міжнародний досвід реалізації ініціативи CDIO

У 2000 р. Королівський технологічний інститут (Швеція), удосконалюючи навчальну програму з транспортного машинобудування, розпочав реалізацію моделі CDIO-навчання. Програма була високо оцінена в 2005 р. на шведському конкурсі технічних навчальних

програм, а в 2007 р. – отримала нагороду Центру передового досвіду в галузі вищої освіти від Шведського національного агентства з вищої освіти. Зараз ця програма активно використовується та постійно вдосконалюється [10].

Щоб забезпечити реалізацію CDIO у 2004 р. був створений п'ятитижневий навчальний курс із питань викладання та навчання. Курс охоплює основи розроблення курсів за концепцією CDIO. На сьогоднішній день більше 600 слухачів успішно пройшли цей курс.

У 2008 р. Королівський технологічний інститут (КТН – абрєв. від Kungliga Tekniska Högskolan) визначив необхідність системного підходу до розроблення навчальних програм з інженерних наук. Було поставлено за мету реалізувати CDIO у всіх навчальних програмах ВНЗ упродовж 2009–2011 рр. Така мета була поставлена для систематичного розвитку особистісних і професійних навичок як студентів, так і викладачів у всіх навчальних програмах. Кінцевою метою є створення освітнього середовища, в якому освітній контекст та наповнення відповідають соціальним і промисловим потребам, а освітній формат стимулює мотивацію студентів та сприяє їх успіху. У Королівському технологічному інституті розуміють, що навчальні програми повинні бути готові пристосувати гетерогенну популяцію студентів і в той самий час збільшити пропускну здатність ВНЗ і підвищити його коефіцієнт корисної дії.

У суспільстві зростає розуміння того, що молоді інженери повинні мати широкий спектр особистісних, міжособистісних та системотвірних знань і навичок, які дозволять їм функціонувати в реальних інженерних командах та розробляти реальні продукти й системи, що відповідають потребам промислових підприємств і суспільства. Реалізація концепції CDIO в інженерних

навчальних програмах Королівського технологічного інституту значною мірою задовольняє ці вимоги.

Серед позитивних результатів, досягнутих в КТН за допомогою CDIO, є те, що, наприклад, студенти вчать власноруч досліджувати конструкційні матеріали, а потім мають можливість написати про це у резюме. Практичний досвід є важливим фундаментом, на якому базується теорія і наука. CDIO привело до збільшення активного практичного навчання, підкреслюючи формулювання проблеми та рішення і вивчаючи основоположні концепції інструментів і методів інженерної діяльності.

КТН розробив систему експертного оцінювання навчальних програм, що застосовуються в широкій галузі інженерних наук. Вона містить п'ять основних етапів і була успішно застосована в декількох програмах (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Система експертного оцінювання навчальних програм Королівського технологічного інституту

Ця система забезпечує підтримку навчальної програми з міжнародної точки зору і, таким чином, служить для створення міжнародного еталона. Оцінювані

навчальні програми визнали систему корисною у виявленні своїх сильних сторін і ризиків для майбутнього розвитку. Система оцінювання спонукає до діалогу. Обговорення відмінностей є рушійною силою, що мотивує до вивчення та активних дій щодо розвитку.

Навчальні програми, які застосовують підхід CDIO, повинні бути оцінені щодо розроблених дванадцяти стандартів. Для цього повинні бути зібрані дані з оцінюванням курсів і викладачів, вхідні та вихідні інтерв'ю, звіти зовнішніх експертів, а також подальші інтерв'ю випускників і роботодавців. Дані можуть регулярно збиратися шляхом опитування викладачів, студентів, адміністраторів програми, випускників та інших зацікавлених сторін. Цей зворотний зв'язок є основною інформацією для забезпечення якості навчальної програми та базою для її поліпшення. Ключовою функцією оцінювання програми є визначення її ефективності та дієвості в досягненні наміченої мети.

Керівництво КТН вважає процес реалізації CDIO та його результати в цілому досить успішними. Навчальні програми, які прийняли концепцію CDIO, також одержали сприятливе оцінювання в різних конкурсах і нагороджені престижною премією «Excellent Educational Environment» від Шведського національного агентства з вищої освіти [8].

Велику увагу практичній підготовці студентів приділяють також і в Університеті м. Лідса (Великобританія). Разом із тим у цьому ВНЗ основна увага зосереджена на розвитку у студентів творчого мислення, вмінь та навичок їх утілення в життя. Лабораторні та практичні роботи з інженерних дисциплін побудовані таким чином, щоб результатом було створення якогось конкретного об'єкта: дослідного зразка для випробувань із відомостями про нього, моделі автомобіля, моделі піднімального пристрою, моделі мосту тощо (рис. 1.6, 1.7).

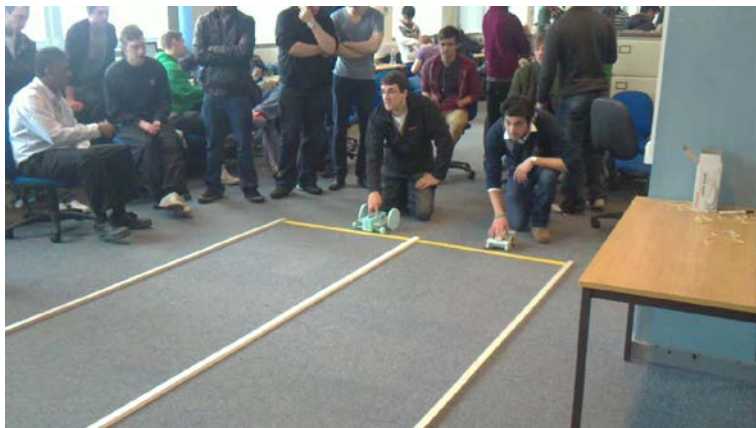


Рисунок 1.6 – Змагання студентських автомобілів на заліковому занятті з курсу деталей машин (перший курс)

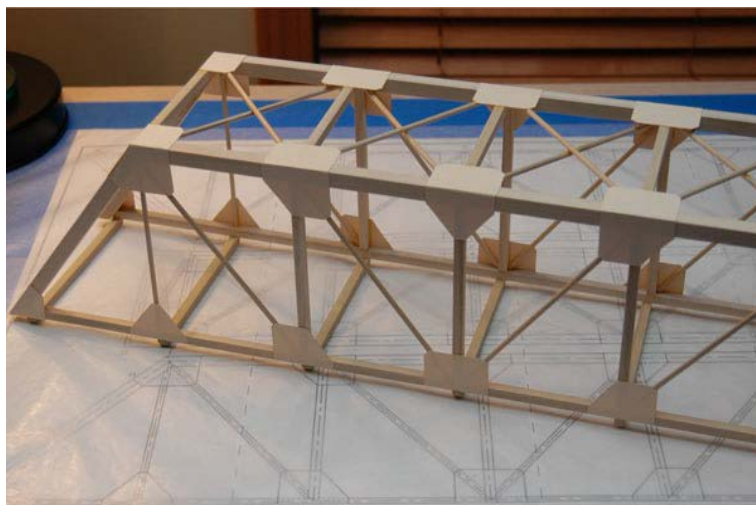


Рисунок 1.7 – Міст, розроблений студентом у рамках курсової роботи з опору матеріалів (перший курс)

Створення цих об'єктів розвиває у студентів просторове мислення, допомагає зв'язати зображення на кресленнях, розрахункові формули з реальністю.

Завдання студентів у рамках CDIO-навчання ускладнюються з кожним роком. У перші роки навчання студенти одержують прості завдання, за тематикою подібні для всіх студентів групи. На першому курсі моделі можуть бути виготовлені з дерева та паперу, на другому курсі – з алюмінію та композиційних матеріалів.

Студенти третього року навчання повинні витратити щонайменше 25 % навчального часу на виконання індивідуального наукового завдання, що не лише забезпечує поглиблення знань із спеціальних дисциплін за фахом, а й сприяє розвитку організаційних здібностей, навчає оцінювання ризиків, літературного пошуку, методології подання власних результатів. Завдання студенти виконують упродовж 1 року, їх формують відповідальні викладачі індивідуально для кожного студента. Приклади успішних проектів зображено на рис. 1.8.

Робота в команді є однією з найважливіших компетенцій сучасного випускника. Тому студенти наступних років навчання (залежно від обраної програми) повинні присвятити щонайменше 33 % навчального часу роботі у команді в одному з проектів, що підтримуються університетом. Це, наприклад, такі проекти: «Design of a portable unmanned aerial vehicle using additive layer manufacturing (3D printing)», «Development of motion tracking toolkit combining Microsoft Kinect with NI's LabVIEW», «Medical applications e.g. stroke patient rehabilitation and surgical assistance».



Рисунок 1.8 – Приклади успішних проєктів студентів третього року навчання: санчата підвищеної швидкості (а), робот-всюдихід (б)



Рисунок 1.9 – Захист студентами проєкту системи збирання даних динамічного стану системи перед представниками промисловості

Виконуючи ці проекти в команді, студенти набувають практичного досвіду висловлювати свої думки, дискутувати, знаходити спільне рішення тих завдань, які ставляться перед командою (рис. 1.9).

Основою розвитку ініціативи CDIO у Політехнічному університеті м. Турина (Італія) є кооперація з провідними виробничими компаніями. Університет має угоди про співробітництво у навчально-науковій галузі з такими провідними компаніями: General Motors Powertrain Europe, FIAT, Ferrari, IVECO, JAC, DIMS, Michelin, Pirelli, Alenia, Avio, ENI Corporate, HP, IBM, Siemens, Indesit, Piaggio, Pininfarina, SKF, STMicroelectronics та ін. Це вирішує найважливішу проблему усіх університетів – забезпечення сучасної науково-дослідної матеріальної бази, що стало можливим завдяки відкриттю цими компаніями власних добре оснащених науково-дослідних центрів, до роботи в яких залучаються студенти старших курсів. Додатково ці компанії фінансують студентські команди, які працюють над власними проектами, тим чи іншим чином пов'язаними з діяльністю компаній.

Одним із таких центрів є Інститут автомобільних досліджень та освіти (Institute of Automotive Research and Education), що був створений компанією General Motors у 2009 р. Метою інституту є розроблення наукових положень, проведення досліджень і реалізація освіти світового класу в галузі альтернативних силових агрегатів автомобілів XXI ст. Інститут має декілька проблемних лабораторій, навчальний центр та окремі студентські лабораторії, зокрема студентську лабораторію перегонових автомобілів. Інститут проводить виробничі дослідження дизельних двигунів та одночасно навчання студентів. Спонсорська допомога від компанії-засновника дає можливість студентам працювати над власними проектами

у командах, набуваючи досвіду практичної роботи за спеціальністю (рис. 1.10).

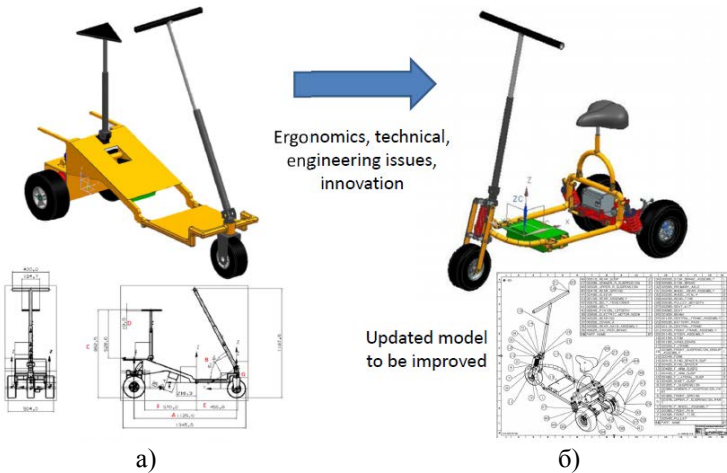


Рисунок 1.10 – Студентський проект компактного автомобіля:
а – прототип; б – дослідний зразок

Більше того, компанія-засновник дає доступ студентам до власних внутрішніх технологій, зокрема до CAD/CAE/CAM систем, забезпечуючи студентів найновішим програмним забезпеченням та, натомість, одержуючи нові ідеї для своїх конструкцій. Звичайно прямий коефіцієнт корисної дії від такого співробітництва невеликий, але цього достатньо для того, щоб університет та компанія General Motors успішно розвивали свою співпрацю вже шість років, а студенти із зацікавленістю вивчали складні інженерні дисципліни.

2. УЧАСТЬ ПІДПРИЄМСТВ У ФОРМУВАННІ КОМПЕТЕНЦІЙ СУЧАСНОГО ІНЖЕНЕРА

2.1. Досвід країн Європи

Практична підготовка студентів має одне з основних значень щодо впровадження інновацій у виробництво. Базових практичних навичок студенти набувають у ході виконання практичних, лабораторних робіт та індивідуальних завдань у рамках як основних дисциплін навчального плану, так і дисциплін вільного вибору. Сучасною тенденцією є всіляка підтримка стратегії «Learning-by-doing», що передбачає навчання в процесі створення реальних машин, механізмів і технологій.

Організація виробничих практик і дипломного проектування студентів у європейських вищих навчальних закладах – Королівському технологічному інституті (Швеція), Університеті м. Лідса (Великобританія), Політехнічному університеті м. Турина (Італія), які є партнерами програми Європейського Союзу TEMPUS проекту «Модернізація вищої інженерної освіти в Грузії, Україні та Узбекистані відповідно до технологічних викликів» (ENGITEC), істотно відрізняється від прийнятої в Україні схеми [11]. Якщо в Україні практика займає окреме місце в навчальному плані підготовки фахівців та є інструментом для реалізації одержаних теоретичних знань на практиці з набуттям певних компетенцій, то в університетах-партнерах у навчальному плані підготовки як бакалаврів, так і магістрів практика не є обов'язковою і відображається як дисципліна вільного вибору. Кількість кредитів, що відводяться для практики, є різною. У Політехнічному університеті м. Турина це 6 кредитів для

рівня підготовки «бакалавр» та 12 кредитів – для рівня підготовки «магістр» (1 кредит = 25 годин) [12]. Навчальний план бакалавра в Університеті м. Лідса передбачає 120 кредитів (1 кредит = 10 годин) стажування, які необхідно набрати впродовж одного року навчання.

Не кожне підприємство має настільки різноманітне й сучасне обладнання, яке мають університети. Добре оснащення лабораторій дозволяє кожному студентові отримати доступ до устаткування, ознайомитися з ним і методиками його використання, а також власними руками провести необхідні експерименти, дослідження та розрахунки. Виконання курсових робіт, пов'язаних із виготовленням фізичних виробів, пристроїв і машин, дозволяє студентам вивчати дисципліни більш глибоко, в тому числі і з практичної точки зору.

Разом із тим, у Політехнічному університеті м. Турина, як правило, 50–60 % студентів обирають стажування замість інших дисциплін вільного вибору. Щорічні опитування студентів показують, що 64 % студентів задоволені проходженням практики. Крім того, 68 % студентів запевняють, що знання, одержані в університеті за період навчання, є необхідними та відповідають рівню діяльності у період стажування (практики) [13].

Таким чином, основна практична підготовка студентів здійснюється в процесі навчання у вищому навчальному закладі. Внаслідок цього практика на підприємствах має дещо інші цілі. Завдяки реформі освіти вона стала інтегрованою частиною підготовки інженерів, що дозволяє випускникові ближче наблизитися до проблем промисловості та отримати визнання своїх знань і компетенцій в освітніх кредитах. Стажування насамперед призначене сприяти працевлаштуванню студентів, їх мотивації щодо вибору предметів для вивчення в

наступних за практикою періодах, забезпечувати можливість вивчення реальних умов організації праці на виробництві.

Не кожен студент може бути допущений до практики. Для можливості вибору практики як дисципліни вільного вибору студент повинен виконати кілька умов:

- отримати згоду на можливість пройти практику від координатора програми;
- попередньо здобути певну кількість кредитів (наприклад, у Політехнічному університеті м. Турина – 130 кредитів (для рівня підготовки «бакалавр») та 48 кредитів (для рівня підготовки «магістр»);
- самостійно знайти місце практики;
- запропонувати свою кандидатуру керівнику практики від університету та отримати його згоду;
- узгодити кандидатуру керівника практики від промисловості;
- узгодити тему та навчальний план практики.

Бажано, але не є обов'язковим, щоб тема практики відповідала темі випускної роботи.

Участь у програмі практики не лише допомагає студентам у майбутньому влаштуватися на роботу за фахом, а й допомагає краще зрозуміти, як реалізувати власні сильні сторони, як досягти мети та кар'єрних уподобань, як краще продемонструвати свої навички та знання для потенційних роботодавців тощо.

Ефективним інструментом в аналізі доцільності надання можливості студентам набути професійного досвіду є щорічне опитування про проходження практики на підприємстві. Такий аналіз дозволяє вдосконалити навчальні заходи, контролювати ефективність практики та вибудувати тенденцію щодо модернізації інженерної освіти.

Підтримка практик здійснюється на загальноуніверситетському рівні та рівні факультетів у вигляді реалізації різноманітних проектів.

Зокрема, з 2007 р. Університет м. Лідса усіляко підтримує дослідження, що проводяться спільно з промисловістю. Близько 100 студентів отримують завдання, що мають реальне впровадження в промисловості. Близько 50 проектів реалізуються у вигляді виробів, які мають комерційний попит. Щороку Університет м. Лідса публікує звіт про ці дослідження в Інтернеті [14]. Така практика має місце щорічно у червні – серпні упродовж 10 тижнів. Попередньо теми проектів складаються викладачами, студенти записуються на виконання теми, яка їх цікавить, виконують її та подають свої результати по закінченні на спеціальній виставці у жовтні. У ході виконання проектів студенти отримують навіть заробітну плату. Для виконання проектів на конкурсній основі приймаються лише ті студенти, які пройшли підготовку 2–3-го рівнів за програмами підготовки бакалаврата та магістратури.

Проведення подібних практик усіляко підтримується промисловістю. Так, компанія National Instruments у рамках практики в Університеті м. Лідса проводить безкоштовні семінари з питань працевлаштування.

Характерними прикладами такої тісної співпраці між академічними установами та промисловими компаніями є досвід Політехнічного університета м. Турина та компаній General Motors Powertrain Europe, FIAT Group, Ferrari, Indesit, Michelin, SIEMENS, SKF та ін.

В усіх університетах особлива увага приділяється командній роботі студентів над міждисциплінарними проектами. Яскравими прикладами є університетські команди H2PolitO [15], Squadra Corse [16], D.I.A.N.A. [17],

2WheelsPoliTo Racing Team [18], Geomatic [19], Isaac Team [20], IL PICO FARAD RACING TEAM [21], Team Policumbent [22], CubeSat Team [23], ManoMotion [24], KTH Formula Student [25], Formula Student Race Team [26], які підтримуються промисловими компаніями та дають студентам можливість реалізувати свої знання та навички, наприклад при створенні прототипів і дослідних зразків автомобілів, що беруть участь у SHELL Eco-Marathon, Formula SAE, роботів для дослідження Місяця в рамках конкурсу Google Lunar X-Prize та ін. (рис. 2.1–2.10).

Розвитку подібної співпраці з промисловістю сприяє наявність в університетах спеціальних центрів, які цілеспрямовано працюють над пошуком цікавих для промисловості напрямків досліджень, налагодженням зв'язків між промисловістю та науковими лабораторіями.

Такі центри в Університеті м. Лідса організовані у вигляді ієрархічної багатовузлової мережі, де кожен вузол концентрує свою діяльність на окремій галузі науки та забезпечує ієрархічне управління науково-дослідною діяльністю. У Королівському технологічному інституті подібні центри утворюють «одношарову» структуру та покликані сприяти первинному знаходженню зв'язків між ученими та промисловістю.

Працевлаштування студентів – одна з основних цілей взаємодії з промисловістю. Тому кожен факультет в університетах-партнерах має структурний підрозділ, що опікується питаннями працевлаштування студентів. Так, в Університеті м. Лідса при інженерному факультеті діє центр зайнятості студентів, який реалізує свої програми практик для студентів. Крім того, підтримуються стипендіальні програми «Рік у промисловості», програма компанії Toyota «Дослідження та управління», а також програма практики працевлаштування.



Рисунок 2.1 – Результати роботи студентської команди H2PolitO Політехнічного університету м. Турина



Рисунок 2.2 – Результати роботи студентської команди Squadra Corse Політехнічного університету м. Турина

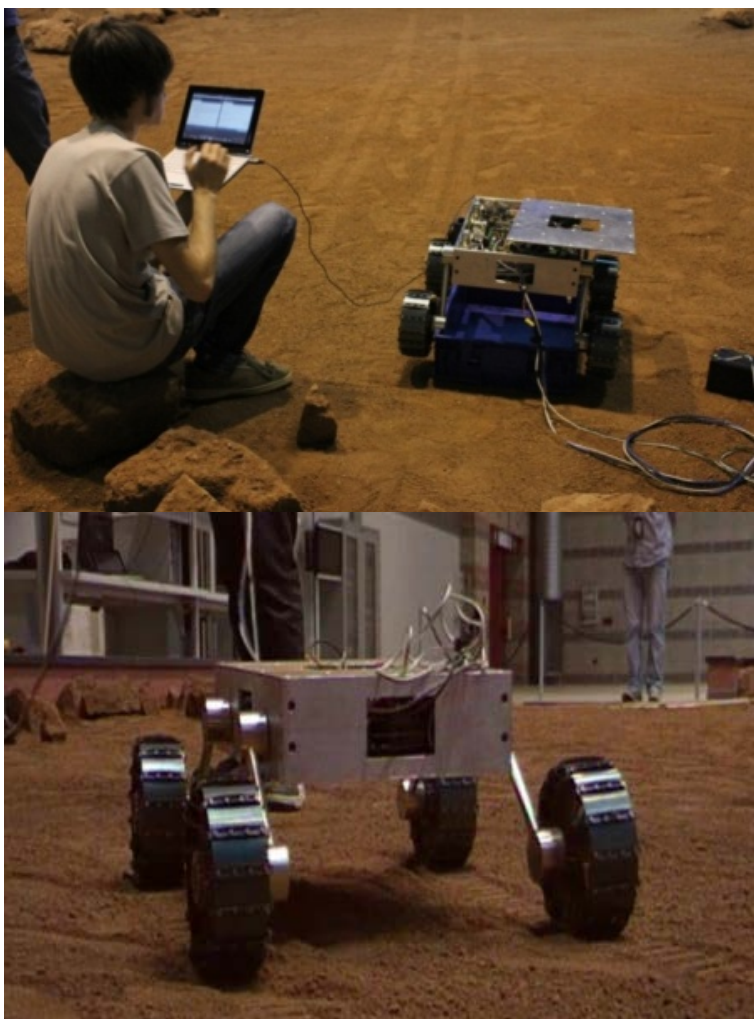


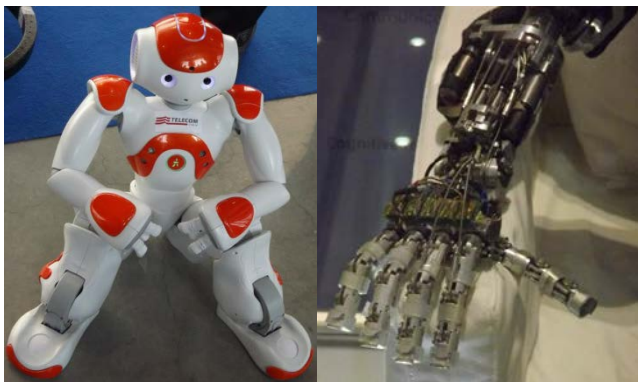
Рисунок 2.3 – Результати роботи студентської команди D.I.A.N.A. Політехнічного університету м. Турина



Рисунок 2.4 – Результати роботи студентської команди
2WheelsPoliTo Racing Team
Політехнічного університету м. Турина



а)



б)

Рисунок 2.5 – Результати роботи студентських команд Geomatic (а) та Isaac Team (б) Політехнічного університету м. Турина



Рисунок 2.6 – Результати роботи студентської команди
PICO FARAD RACING TEAM
Політехнічного університету м. Турина



Рисунок 2.7 – Результати роботи студентської команди Team Polisumbent Політехнічного університету м. Турина

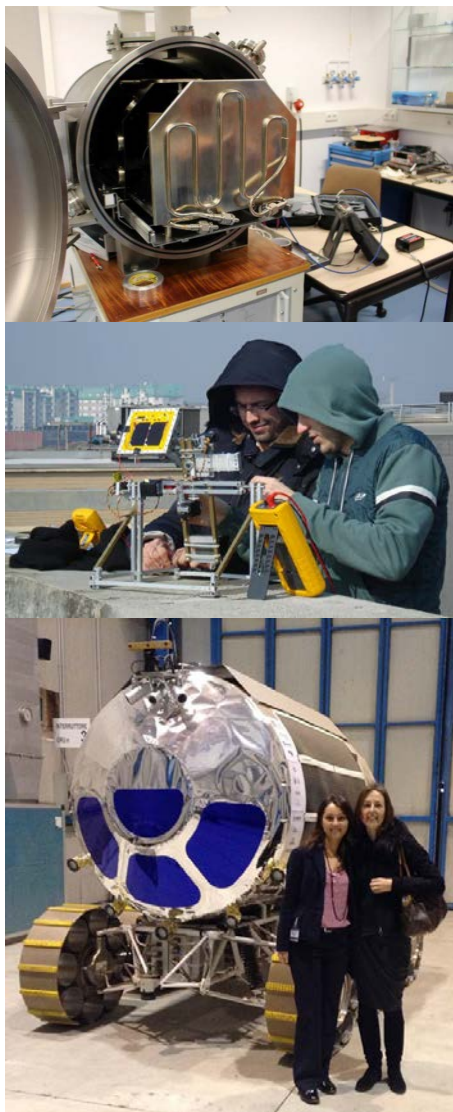


Рисунок 2.8 – Результати роботи студентської команди CubeSat Team Політехнічного університету м. Турина



a)



б)

Рисунок 2.9 – Результати роботи студентських команд ManoMotion (a) та KTH Formula Student (б) Королівського технологічного інституту



Рисунок 2.10 – Результати роботи студентської команди Formula Student Race Team Університету м. Лідса

У рамках програми «Рік у промисловості» Університет м. Лідса щороку пропонує п'ять місць для студентів другого курсу, які мають хороший бізнес-план і хочуть присвятити свій третій рік розвитку їх бізнесу. Ця програма починається наприкінці серпня – початку вересня і триває 12 місяців. Цей рік вважається роком стажування у промисловості.

Реалізація програми компанії Toyota «Дослідження та управління» стала можливою за рахунок пожертвувань від колишніх студентів університету. Метою цієї стипендії є надання студентам можливості отримання практичного досвіду впродовж двох років (у літні місяці). Перший етап проводиться наприкінці другого року навчання, а другий – після третього року навчання. Такі науково-дослідні стажування дозволяють студентам брати участь у найсучасніших дослідженнях. Студенти мають можливість зіставити свої знання та практичні потреби, отримати мотивацію для подальшого навчання.

Центри працевлаштування також допомагають студентам у пошуку місця стажування (практики). Для цього у веб-системах університетів створено портали, де промислові компанії розміщують вакансії. Це перший крок до взаємодії між студентами та представниками промисловості. Як правило, типове оголошення про вакансії на період стажування містить таку інформацію: назву стажування, інформацію про компанію, опис вимог до заявника на дану посаду, курс навчання студента, тривалість стажування, як можна подати документи, оплату праці.

У Швеції у веб-системах промислових підприємств створено портали з темами тих питань (завдань), за розроблення яких може взятися будь-який студент і потім запропонувати свої послуги відповідному підприємству. Одним із таких порталів є KTH Degree Project Portal [27],

який забезпечує співробітництво студентів і підприємств, що робить можливим прямий доступ підприємств до інноваційних знань та сучасного обладнання. Тези доповідей студентів та їх дипломні роботи часто є інструментами розширення співпраці Королівського технологічного інституту з підприємствами та ефективним способом працевлаштування студентів.

Цікавими є програми факультетського рівня. Наприклад, інженерний факультет Університету м. Лідса дає 10 студентам можливість під час практики працювати з оплатою праці у відділах факультету, що займаються питаннями працевлаштування. Мета цієї програми полягає у підвищенні значущості працевлаштування студентів і надання допомоги в роботі центру з працевлаштування.

Таким чином, взаємодія університетів із промисловістю має на меті забезпечення одержання студентами актуальних для промисловості знань і набуття практичних навичок за рахунок постійного залучення промисловими підприємствами науково-дослідних лабораторій університетів, а разом з ними і студентів до виконання актуальних науково-дослідних робіт із високим ступенем комерціалізації. Це забезпечує безперервне вдосконалення навчального процесу, мотивацію студентів до навчання та їх цілеспрямованість на оволодіння знаннями, які можуть знадобитися у професійній кар'єрі. Разом із тим знаходження місця виробничої практики або працевлаштування є обов'язком студента.

Постійний контакт між промисловістю та університетами, а також набуття студентами практичних навичок після проходження практики роблять можливим виконання студентами реальних дипломних проєктів у робочій команді.

2.2. Досвід України

Підготовка конкурентоспроможних фахівців для машинобудівної галузі забезпечується відповідно до навчального плану, де одержання професійних теоретичних знань та набуття практичного досвіду забезпечуються переліком загальноінженерних, комп'ютерних і технологічних дисциплін, а також виробничою практикою на підприємстві.

Навчання у процесі роботи є світовою тенденцією в сучасній інженерній освіті. Реалізація цього принципу в Україні здебільшого забезпечується участю студентів старших курсів у роботах, подібних до тих, які їх очікують, працюючи на промислових підприємствах.

Цей процес реалізується трьома етапами. Перший етап – це етап лабораторних робіт, де студенти під керівництвом викладачів мають можливість одержати знання та набутти практичних навичок у ході виробництва і технічних вимірювань. Виконання студентами завдань із застосуванням реального обладнання та використанням приладів дозволяє підвищити їх мотивацію.

Другий етап – змагання студентів у межах ВНЗ. Основна мета такого конкурсу – підвищення мотивації студентів до роботи в команді, де роль кожного глибоко спеціалізована. У цьому підході кожен учасник уже є переможцем, тому що він/вона набуває досвіду роботи в команді.

Третім етапом є робота в рамках промислових проектів, де повинні бути показані дисципліна і вміння застосовувати свої теоретичні знання та практичні навички.

У більшості ВНЗ України все обмежується лише першим етапом, але там, де реалізуються всі три етапи, студенти мають можливість навчатися на своїх помилках

без ризику втратити роботу. Це мотивує студентів, дозволяючи самостійно оцінити свою конкурентоспроможність на ринку праці.

З метою посилення зв'язків із виробництвом на факультеті технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету організоване студентське конструкторське бюро, де студенти 4–5-х курсів частково (половина робочого дня) працюють на підприємстві, виконуючи конструкторську роботу та отримуючи за це заробітну плату. Такий підхід дозволяє їм набути виробничого досвіду та зарекомендувати себе як успішного працівника ще до отримання диплома про вищу освіту.

Ще одним прикладом залучення студентів до виконання держбюджетних і госпдоговірних робіт на факультеті технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету функціонування Експериментального науково-дослідного студентського інституту, у рамках якого студенти мають можливість набути досвіду та навичок наукової (теоретичної й експериментальної) роботи, перевірити свої теоретичні ідеї експериментально та втілити їх у життя.

Запропоновані підходи у Сумському державному університеті існують принаймні три роки. Упродовж цього періоду розроблені три навчальні курси, на яких близько 60 студентів набули практичного досвіду з використання токарних і фрезерних оброблювальних центрів, програмування верстатів із ЧПК, проектування верстатних пристроїв і різальних інструментів тощо.

Це все дозволило виділити кращих студентів для участі у Всеукраїнській студентській олімпіаді з програмування верстатів із ЧПК, яка проводиться у два етапи – теоретичний і практичний. Уперше в Україні

конкурс був організований і проведений за ініціативи Сумського державного університету в березні 2014 р. [28].

Здобутки студентів Сумського державного університету свідчать про якість запропонованого підходу навчання на прикладі студентів спеціальності «Технології машинобудування». Так, у 2014 р. студент Юрій Пузік зайняв призове місце, а у 2015 р. студент Ілля Родін беззаперечно зайняв 1-ше місце.

Деякі бакалаври, магістри та аспіранти беруть участь у виконанні проєктів на замовлення промислових підприємств. Наприклад, у 2014 р. 3 студенти отримали таку практику в дослідно-промисловому центрі кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів. Після закінчення навчання в університеті усі вони працевлаштувалися на сумських машинобудівних заводах. Як правило, випускники, які мають практичний досвід, завжди бажані в промисловості.

Трансформація знань від теорії до практики відбувається впродовж виробничої практики на промислових підприємствах, з якими ВНЗ має договори про співробітництво. Такий підхід до організації навчального процесу та виробничих відносин дозволяє сформувати конкурентоспроможного фахівця відповідно до вимог сучасного виробництва.

Взаємодія університету з промисловими підприємствами з погляду навчання студентів має на меті забезпечення одержання студентами актуальних для промисловості знань і набуття практичних навичок за рахунок виконання актуальних науково-дослідних робіт. Це забезпечує безперервне вдосконалення навчального процесу, підвищення мотивації студентів та їх цілеспрямованість. Контакт між промисловістю та університетом, а також практичний досвід студентів після проходження практики з набуттям практичних навичок

роблять можливим виконання студентами реальних дипломних проєктів у робочій групі (команді). Командний підхід до організації навчального процесу дозволяє розвивати не лише професійні якості, а й міжособистісні. Це дозволяє сформувавши комунікабельного фахівця, здатного правильно формулювати проблему та знаходити спільну мову з колегами при її вирішенні.

Працевлаштування студентів – одна з основних цілей взаємодії з промисловістю [29]. Тому університет має структурний підрозділ, що сприяє працевлаштуванню студентів [30]. Крім того, в університеті діє біржа праці для студентів [31], де промислові компанії розміщують свої вакансії. Це перший крок до взаємодії між студентами та представниками промисловості, де студенти ще й набувають досвіду написання успішного резюме, засвоюють правила поведінки на інтерв'ю з працедавцем, роблять презентації своїх знань, навичок та здобутків.

2.3. План сталого розвитку співпраці між підприємствами та вищими навчальними закладами

Співпраця між роботодавцями та ВНЗ повинна постійно розвиватися та вдосконалюватися, відстежуючи зміну у технологічному середовищі. Для сталого діалогу між науковими колами та промисловістю може бути, наприклад, розроблений план дій на основі розуміння місцевих потреб щодо вищої інженерної освіти.

Такий план дій може вміщувати конкретні зусилля щодо:

- аналізу потреб ринку праці та необхідних навичок випускників;

- розроблення навчальних матеріалів та курсів відповідно до загальних потреб промисловості і регіонального ринку праці;
- розроблення/модифікація навчальних програм відповідно до необхідних компетенцій у тісній співпраці з потенційними роботодавцями;
- підвищення працевлаштування, профорієнтації, безперервного професійного розвитку.

Реалізація цього плану може здійснюватися різними способами. Для налагодження тісної співпраці Сумського державного університету з промисловістю стосовно розроблення ефективного промислово-орієнтованого освітнього середовища встановлено партнерські відносини з відповідними зацікавленими сторонами та організаціями шляхом укладення меморандумів про взаєморозуміння (наприклад, з компаніями ПАТ «Сумське науково-виробниче об'єднання ім. М.В. Фрунзе», ПрАТ «Технологія», АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» та ін.). Багаторічний досвід показав, що, з одного боку, це гарантує високу кваліфікацію і конкурентоспроможність випускників університету, з іншого – сприяє задоволенню вимог промисловості стосовно випускників із відповідними навичками, знаннями та компетенціями.

Іншим прикладом є підхід Луцького національного технічного університету. Зусиллями науково-педагогічних працівників проведено опитування представників компаній регіону (керівників технічних відділів, співробітників відділу кадрів, молодих спеціалістів, які закінчили університет) та визначено список необхідних компетенцій майбутніх випускників. Було засновано раду, до складу якої входять провідні фахівці основних промислових підприємств регіону. Під час дискусії були визначені необхідні зміни для модернізації навчальних планів та

програм, а також сформований список прикладних проблем і завдань, які будуть вирішувати студенти у процесі виконання курсових, дипломних або науково-дослідних проєктів.

Значну увагу провідні ВНЗ приділяють практичній підготовці майбутніх фахівців, реалізуючи стратегію CDIO. Це й запрошення для читання лекцій представників підприємств; спільне з підприємствами розроблення навчальних матеріалів і планів для проведення різних видів практик студентів, спільних нарад і тренінгів для керівників практики студентів; створення спільних лабораторій, навчальних і тренувальних занять; спільне проведення наукових і промислових досліджень.

Площадкою для співпраці підприємств та ВНЗ традиційно вже стали центри розвитку кар'єри. Наявність таких центрів є стандартом для ВНЗ Європи. Останнім часом вони активно з'являються у ВНЗ України. Такі центри повинні розвиватися та бути містком між студентом – майбутнім фахівцем і підприємством – потенційним роботодавцем.

3. ПІДХІД CDIO У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

3.1. Організація роботи бакалаврів на прикладі кейса «Комп'ютерні системи автоматизованої підготовки виробництва»

Реалізація підходу CDIO «Планувати – Проектувати – Реалізувати – Керувати» має відображення у навчальному процесі підготовки студентів за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» за напрямом підготовки «Інженерна механіка» фахового спрямування «Технології машинобудування». Так, для студентів викладається дисципліна «Комп'ютерні системи автоматизованої підготовки виробництва».

Метою дисципліни є вивчення та практичне засвоєння методів автоматизації конструкторсько-технологічної підготовки виробництва. Розглядаються теоретичні та прикладні питання застосування автоматизованих систем проектування конструкторського і технологічного призначення. Завдання викладання дисципліни пов'язані з необхідністю отримання бакалаврами знань, умінь та навичок щодо ефективного використання комп'ютерних програм для конструкторсько-технологічної підготовки виробництва.

Дисципліна «Комп'ютерні системи автоматизованої підготовки виробництва» є логічним продовженням дисциплін комп'ютерного, загальноінженерного та технологічного спрямувань (табл. 3.1).

Відповідно до структури дисципліну поділяють на три розділи (табл. 3.2): конструкторська підготовка (CAD-технології); інженерний аналіз (CAE-технології); технологічна підготовка (CAPP- і CAM-технології).

Таблиця 3.1

Місце дисципліни «Комп'ютерні системи автоматизованої підготовки виробництва» у навчальному плані підготовки за ОКР «бакалавр» за напрямком 6.050502 – інженерна механіка

| Фахове спрямування дисципліни | Найменування дисципліни | Семестр викладання | Кредити ECTS |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---------------------|
| Комп'ютерне | Нарисна геометрія | 1 | 3,0 |
| | Інженерна та комп'ютерна графіка | 2 | 5,0 |
| | Комп'ютерна графіка: поглиблений курс | 3 | 2,5 |
| Загально-інженерне | Опір матеріалів | 3, 4 | 7,5 |
| | Теорія механізмів і машин | 4 | 5,5 |
| | Деталі машин | 5 | 6,0 |
| Технологічне | Технологічні основи машинобудування | 5 | 5,0 |

Під час вивчення розділу «Конструкторська підготовка» студенти вдосконалюють свої навички з використання CAD-систем (абрєв. від «Computer-Aided Design»). Кожен студент за індивідуальним завданням проектує 3D-модель виробу, на основі якої розробляє асоційоване складальне креслення та формує специфікацію виробу.

Таблиця 3.2

Структура дисципліни «Комп'ютерні системи автоматизованої підготовки виробництва»

| Семестр | Модуль | Кредити ECTS | Години (разом/ аудиторні) | Зміст |
|----------------|---------------|---------------------|----------------------------------|--|
| 6 | 4 | 1,5 | 54/40 | Конструкторська підготовка (CAD-системи) |
| | 5 | | | |
| | 6 | | | |
| 7 | 1 | 3,0 | 108/40 | Інженерний аналіз (CAE-системи) |
| | 2 | | | Технологічна підготовка (CAPP-системи) |
| | 3 | | | |
| 8 | 1 | 1,5 | 54/20 | Технологічна підготовка (CAM-системи) |
| | 2 | | | |
| Разом | | 6,0 | 216/100 | |

У розділі «Інженерний аналіз» уже розроблена 3D-модель виробу аналізується за допомогою CAE-систем (абрєв. від «Computer-Aided Engineering»), де у віртуальному середовищі моделюються реальні умови функціонування виробу.

При вивченні розділу «Технологічна підготовка» студенти вивчають системи автоматизованого

проектування технологічних процесів (CAPP-системи, абр. від «Computer-Aided Process Planning»), розробляючи технологічний процес складання виробу і технологічні процеси механічної обробки найбільш складних деталей виробу. Одержані знання та навички студенти застосовують при виконанні комплексного курсового проекту (8-й семестр) та дипломного проекту спеціаліста (10-й семестр).

Вивчення САМ-систем (абр. від «Computer-Aided Manufacturing») полягає у тому, що кожен студент для однієї з деталей виробу, базуючись на вимогах креслення та інформації у технологічному процесі, розробляє операційне налагодження та керуючу програму для верстата з ЧПК. Результатом навчання є реальна деталь, яку оброблено на металорізальному верстаті з ЧПК за розробленою керуючою програмою. У результаті вивчення цієї дисципліни студент повинен знати:

- основні проектні завдання, що вирішуються на етапах конструкторсько-технологічної підготовки виробництва;
- особливості прийняття проектних рішень на етапах конструювання, обробки деталей і складання виробу;
- засоби опису інформації та формати подання даних, які використовуються в конструкторсько-технологічному проектуванні;
- математичні моделі та засоби формалізації технологічних знань.

У результаті вивчення даної дисципліни студент повинен мати уявлення:

- про тенденції та перспективи розвитку сучасних систем автоматизованого проектування конструкторського і технологічного призначення.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен уміти:

- вибирати способи вирішення проектних завдань конструкторської і технологічної підготовки машинобудівного виробництва;
- застосовувати сучасні системи автоматизованого проектування для вирішення завдань конструкторського і технологічного проектування.

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету має на меті подальше вдосконалення навчальних програм підготовки студентів інженерних спеціальностей відповідно до концепції CDIO, розвиваючи міждисциплінарну практично-орієнтовану підготовку.

3.2. Організація роботи магістрантів на прикладі кейса «Популяризація інженерної освіти серед старшокласників середніх загальноосвітніх шкіл»

Здобувачі магістерського ступеня повинні набути компетенцій, не лише безпосередньо пов'язаних із інженерією, а із переданням власних знань і досвіду іншим. У цьому напрямі також може бути застосовано концепцію CDIO.

Профорієнтаційна робота є основою для розвитку інженерної освіти. Популяризація інженерної освіти можлива різними шляхами. Одним із таких шляхів є інформування школярів про сутність інженерної діяльності, умови й засоби роботи інженера, необхідний рівень теоретичної та практичної підготовки, зокрема комп'ютерної. Ідеєю кейса «Популяризація інженерної освіти серед старшокласників середніх загальноосвітніх шкіл» є залучення магістрантів для такої

профорієнтаційної роботи, попередньо сформувавши у них компетенції з педагогіки та психології викладання інженерних дисциплін. Дисципліна є складовою підготовки магістрів за спеціальностями «Технології машинобудування», «Гідравлічні машини, гідроприводи та гідропневмоавтоматика», «Металорізальні верстати та системи», «Інструментальне виробництво», «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів», «Енергетичний менеджмент», «Холодильні машини і установки», «Компресори, пневмоагрегати та вакуумна техніка», «Екологія та охорона навколишнього середовища», «Комп'ютерна механіка», «Прикладне матеріалознавство», «Якість, стандартизація та сертифікація».

Завданням кейса є одержання студентами знань, набуття вмінь та навичок щодо викладання інженерних дисциплін і застосування їх у навчальній сфері з урахуванням одержаних знань у сфері машинобудівного виробництва та комп'ютерного дизайну.

Для вивчення кейса «Популяризація інженерної освіти серед старшокласників середніх загальноосвітніх шкіл» базовими є такі дисципліни: «Педагогіка та психологія вищої школи», «Теоретична механіка», «Теорія механізмів і машин», «Деталі машин», «Інженерна графіка», «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання», «Технологічні основи машинобудування», а також спеціальні дисципліни за напрямками підготовки (металорізальні верстати, інструментальне виробництво, гідравлічні і пневматичні машини, обладнання хімічних виробництв, компресори, холодильні машини і установки). Такі базові знання забезпечують можливість студентам зосередитися на набутті практичних навичок викладання матеріалу загальнотехнічних дисциплін та комп'ютерного конструювання елементів і вузлів машин різного

призначення, елементів матеріалознавства, дизайну й комп'ютерних інженерних розрахунків, утілення конструкторських і технологічних розробок на реальних деталях, тобто загальнотехнічних дисциплін, які вони уже вивчали на попередніх курсах.

У результаті навчання студент повинен знати:

- психолого-педагогічні аспекти викладання технічних дисциплін у середніх і вищих навчальних закладах I та II рівнів акредитації;
- особливості виховання учнів під час вивчення інженерних дисциплін;
- методологію інженерної діяльності, зокрема використання комп'ютерних програм для конструювання, розрахунків, дизайну та моделювання деталей і вузлів машин, а також засоби й методологію матеріалізації віртуальних комп'ютерних моделей машин та їх елементів.

Після закінчення навчання студенти повинні мати уявлення про методологію роботи з аудиторією учнів, засоби навчання та підходи до підвищення мотивації аудиторії щодо оволодіння знаннями. Вони також повинні набути практичних навичок із формулювання завдань та висловлювання основних положень матеріалу під час формування навичок в учнів з основ конструювання, технічних розрахунків, дизайну та моделювання деталей і вузлів машин, демонструвати іншим уміння використовувати комп'ютерні засоби для конструювання, розрахунків, дизайну та моделювання деталей і вузлів машин, а також засоби матеріалізації комп'ютерних моделей.

Кейс організовано за схемою «Теоретична підготовка з психології та педагогіки» – «Підготовка уроків для школярів» – «Викладання уроку».

Перший етап реалізується в рамках дисципліни «Педагогіка та психологія вищої школи» обсягом один кредит. У рамках цього етапу студенти одержують базові теоретичні знання методики викладання.

Другий етап передбачає формування з контингенту студентів робочих груп (2–3 особи) і створення ними уроків, включаючи розроблення робочої програми та презентації. Для кожної робочої групи обирається одна з тем, що може бути цікавою для школярів. Приклади тем, реалізовані авторами впродовж 2014–2015 н.р., наведені у табл. 3.3.

Необхідно звернути увагу, що до тем занять входять програмні продукти, які потенційно можуть бути цікаві школярам, оскільки комп'ютерні науки є найбільш популярною темою сьогодення.

Є дві причини вибору програмного продукту ArtCAM. По-перше, компанія-розробник Delcam Plc є неакадемічним партнером проекту ENGITEC, а по-друге – безкоштовне надання ліцензій для загальноосвітніх шкіл. Програмний продукт ArtCAM забезпечує реалізацію сучасних технологій із растрової, інженерної 2D- та 3D-графіки, дизайну та матеріалізації віртуальних об'єктів.

Урок, що готується студентами для викладання повинен бути розрахований на 45 хвилин та містити не тільки демонстративний матеріал, але й елементи комунікації зі слухачами, наприклад у вигляді гри або практичного завдання. Темі конкретних уроків студенти обирають самостійно (табл. 3.4).

У результаті самостійного опрацювання матеріалу за вихідними даними на основі відомостей, отриманих під час вивчення базових дисциплін, з основної та додаткової літератури, а також консультацій викладачів під час аудиторних робіт студентами повинні бути розроблені робоча програма уроку та презентація (додатки А, Б).

Таблиця 3.3

Теми кейса «Популяризація інженерної освіти серед старшокласників середніх загальноосвітніх шкіл»

| Тема | Зміст теми |
|------|---|
| 1 | Сутність інженерної праці. Інженерні завдання сучасності та майбутнього. Долання обмежень. Приклади кращих практик. Інженерна графіка. Історія інженерної діяльності. Основні поняття про інженерну графіку (креслення). Стандартизація інженерної графіки. Основні елементи інженерної графіки – лінія, дуга, точка. Типи лінії. Приклади виконання елементів інженерної графіки |
| 2 | Методика виконання елементарних креслень деталей машин. Виконання ескізів найпростіших деталей машин: валів, шківів, зірочок, кришок, прокладок, гайок, гвинтів. Елементи інженерних розрахунків. Використання комп'ютерних програм для виконання елементарних інженерних розрахунків. Приклади виконання геометричних фігур типу циліндр, конус, сфера, тор. Огляд сучасних можливостей імітаційного моделювання |
| 3 | Комп'ютерні інструменти дизайнера. Середовище ArtCAM та основи його використання |
| 4 | Застосування середовища ArtCAM у конструюванні та дизайні для створення машин, наноматеріалів, ландшафтів тощо (на вибір випускової кафедри) |
| 5 | Поняття про конструкційні матеріали та методи матеріалізації віртуальних моделей: друкування, оброблення на верстатах, RapidPrototyping. Застосування середовища ArtCAM для створення реальних об'єктів |

Таблиця 3.4

Теми уроків кейса «Популяризація інженерної освіти серед старшокласників середніх загальноосвітніх шкіл»

| Урок | Зміст уроку |
|------|--|
| 1 | 2 |
| 1 | Історія розвитку інженерної діяльності. Найбільш видатні інженери та винахідники світу. Сучасний стан інженерних досягнень (вступне заняття) |
| 2 | Основи технічного креслення. Стандартизація інженерної графіки. Основні елементи інженерної графіки – лінія, дуга, точка. Типи ліній. Приклади виконання елементів інженерної графіки |
| 3 | Методика виконання елементарних креслень деталей машин. Виконання ескізів найпростіших деталей машин: валів, шківів, зірочок, кришок, прокладок, гайок, гвинтів. Навички читання елементів на кресленнях |
| 4 | Елементи інженерних розрахунків. Використання комп'ютерних програм для виконання елементарних інженерних розрахунків. Приклади виконання геометричних фігур типу циліндр, конус, сфера, тор. Огляд сучасних можливостей імітаційного моделювання |
| 5 | Основи використання середовища ArtCAM для дизайну та створення моделей машин. Приклад створення нової панелі приладу для керування |
| 6 | Основи використання середовища ArtCAM для дизайну та створення моделей машин. Приклад створення 3D-рельєфу на основі фотографії |
| 7 | Дизайн машин, наноматеріалів, ландшафтів тощо. |
| 8 | Поняття про конструкційні матеріали та їх властивості. Створення дизайну структури конструкційного матеріалу у середовищі ArtCAM |

Продовження табл. 3.4

| 1 | 2 |
|---|--|
| 9 | Методи матеріалізації віртуальних моделей: 3D-друку, механічної обробки на верстатах, Rapid Prototyping. Застосування середовища ArtCAM для створення реальних об'єктів. Виготовлення емблеми факультету технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету |

Підготовлені студентами матеріали уроку презентуються членами робочої групи іншим студентам, що вивчають цей курс на загальній конференції та затверджуються відповідальним викладачем.

Третій етап передбачає викладання уроку в школах. Викладання відбувається за розкладом, що розробляється відповідальним викладачем та погоджується з керівниками шкіл. Студентам необхідно звернути увагу на недопущення порушення розкладу, оскільки це негативно впливає на імідж університету. Кожна робоча група повинна провести урок у 5–10 середніх загальноосвітніх школах. Таким чином, кожному члену групи необхідно провести 1–3 уроки.

Викладання уроку відбувається у присутності відповідального викладача. Його відгук та відгук представників шкіл є основою для визначення оцінки, яку отримує студент із кейса. Після кожного заняття викладач проводить із членами робочої групи роботу над помилками, які необхідно виправити до наступного уроку.

3.3. Основи розроблення кейса «Популяризація інженерної освіти серед старшокласників середніх загальноосвітніх шкіл»

Отже, магістрантам інженерних спеціальностей пропонується нова справа: розроблення та реалізації профорієнтаційної програми популяризації інженерної освіти серед старшокласників загальноосвітніх шкіл. Оскільки для досягнення цього автори посібника пропонують об'єднати зусилля окремих магістрантів щодо розроблення окремих занять та складання їх у єдину програму, то почати роботу пропонується з гри на командоутворення. Запрошуємо магістрантів до активної участі!

Гра «Ідеальна картинка» – це творча гра, що залучає до співпраці, демонструє необхідність спілкування та організації всієї групи (рис. 3.1, табл. 3.5) [32].

Обговорення після гри. Ця вправа добре працює на те, щоб провести після її завершення дискусії про комунікацію, організацію, спільну роботу. Наведемо кілька питань до такої дискусії:

Якщо певна область зібраного збільшеного зображення неправильна, то де виник збій і з яких причин?



Рисунок 3.1 – Ілюстрація результатів роботи команди в грі «Ідеальна картинка»

Таблиця 3.5

Гра «Ідеальна картинка»

| | |
|--------------------|--|
| Учасники | від 6 до 50 |
| Час | від 30 хв. до 2 год. |
| Підготовка | Оберіть копію відомого образу, логотипу, живопису тощо, що має певне відношення до групи гравців; розділіть зображення на стільки частин (однакового розміру і форми), скільки команд/учасників візьме участь у грі |
| Матеріали | Зображення, розділене на частини, як описано вище; великі аркуші паперу; ручки, олівці, фарби чи інші матеріали для малювання; лінійки або рулетки |
| Правила гри | Гра може проводитися з підгрупами або індивідуальними учасниками. Дайте кожній підгрупі або індивідуальному учаснику частину зображення, великий аркуш паперу, матеріали для малювання, лінійку або рулетку. Дайте учасникам доручення створити точну копію своєї частини зображення, збільшену, наприклад, у 10, 20 чи 25 разів. Залежно від складності зображення та запропонованого масштабу для збільшення надайте учасниками від 5 до 30 хв. на виконання завдання. Коли кожна команда або учасник завершить роботу, попрохайте всіх зібрати окремі частини в готове зображення – на столі, стіні або на підлозі Ви можете подати оригінал (повне зображення) для допомоги у збиранні чи не давати його до останньої хвилини гри |

Якщо підгрупа або індивідуальна особа зробила власний внесок у свою частину зображення (така ситуація є дуже імовірною), то як цей внесок відобразиться на кінцевому результаті? Які загальні висновки щодо впливу на спільну роботу індивідуальних інтерпретацій та свобод?

Виконана діяльність певною мірою відображає роботу департаментів, кожна підгрупа працює над своєю частиною (можливе введення певної спеціалізації), і всі повинні сприяти успішному загальному результату. Які основні фактори визначають успіх такої роботи?

Якою мірою кожна підгрупа повинна знати, що роблять інші підгрупи, щоб досягти позитивного загального результату?

Чи потрібно кожній підгрупі знати кінцеву мету, щоб досягти загального результату задачі? Обговорення цього питання може містити питання, коли краще б було показати все зображення: на початку діяльності, до її завершення, після завершення; наскільки корисно бачити повний оригінал зображення на кожному етапі роботи.

Необхідно обговорити також і те, що часто важко бачити спільну мету, особливо великих комплексних проектів. Як потрібно вирішувати певну проблему і її наслідки, якщо загальне бачення цілі може змінюватися у ході реалізації проекту?

Безперечно, досвід, отриманий у грі «Ідеальна картинка», працює на міжособистісні CDIO-компетенції магістрантів. Отримавши такий досвід у грі, можна переходити до розроблення профорієнтаційної програми. В академічній студентській групі доцільно виокремити кілька підгруп, які працюватимуть над окремими уроками, а на першому етапі узгодять між собою очікувані результати окремих уроків, при цьому передбачається, що перелік уроків складає робоча група викладачів базових

дисциплін кейса «Популяризація інженерної освіти серед старшокласників середніх загальноосвітніх шкіл».

Розуміючи, що завдання розроблення навчального заняття є для магістрантів інженерних спеціальностей справою новою, пропонуємо застосувати для його виконання класичний підхід пошуку рішень, який запропонував Д. Пойя (табл. 3.6) [33].

За пропонованим переліком запитань проводиться обговорення в академічній групі в цілому та окремих підгрупах.

Детальне розроблення окремих уроків у підгрупах пропонується проводити, орієнтуючись на відповідний бланк (табл. 3.7).

Після проведення підгрупами магістрантів профорієнтаційних уроків у школах виконується аналіз їх результатів (табл. 3.8).

Таблиця 3.6

Схема пошуку розв'язання задачі за Д. Поія

| | | |
|--|---|--|
| <p>1. Зрозуміти запропоновану задачу. 2. Знайти шлях від невідомого до наявних даних; якщо потрібно, розглянути проміжні задачі («аналіз») 3. Реалізувати знайдену ідею («синтез») 4. Рішення перевірити й оцінити критично</p> | | |
| 2. | | |
| <p>Сформулювати співвідношення невідомих і відомих даних. Здійснити «перетворення» невідомих елементів. Спробувати ввести нові невідомі, більш близькі до даних задачі. Здійснити «перетворення» даних. Спробувати отримати таким чином нові елементи, ближчі до невідомих, що відшукуються. Розв'язати лише частину задачі. Задовольнити лише частину рішення: наскільки невизначеним виявиться тоді невідоме? Узагальнити. Розглянути частковий випадок. Застосувати аналогію.</p> | | |
| 3. | 1. | |
| <p>Випробувати правильність кожного кроку, беручи лише те, «що є повною мірою зрозумілим чи виводиться з повною достовірністю».</p> <p style="text-align: center;">Д е к а р т</p> | <p>Про що йдеться в задачі? Що дано? Що потрібно знайти? Чи визначене невідоме даними задачі? Вони недостатні? Надмірні? Чи не можна сформулювати задачу інакше? Чи не можна знайти зв'язок між цією задачею та якоюсь задачею з відомим розв'язком? Чи задачею, яку розв'язати простіше? Задачею, що розв'язується відразу? Ці запитання потрібно повторювати кожного разу, коли виникає тупикова ситуація. Крім того зазначте чи всі дані задачі були вже використані</p> | <p>«Замінити терміни їх визначеннями»</p> <p style="text-align: center;">П а с к а л ь</p> |
| 4. | | |
| <p>Чи є результат правдоподібним? Чому? Чи можна зробити перевірку? Чи немає іншого шляху до результату? Більш прямого шляху? Які результати можна ще отримати на цьому шляху?</p> | | |

Таблиця 3.7

*Бланк для планування підгрупами магістрантів уроків кейса
«Популяризація інженерної освіти серед старшокласників
середніх загальноосвітніх шкіл»*

| Інформація про виконавців | | | |
|--|--|-----------------|--|
| П.І.П/б магістранта | | | |
| Академічна група | | Дата звітування | |
| Визначення тематики заняття та наявної проблеми | | | |
| На яку категорію осіб орієнтований проект? | | | |
| Тема заняття | | | |
| Якою є проблема? Що заважає отриманню високих навчальних досягнень в обраній темі? | | | |
| Аналіз зовнішнього досвіду | | | |
| Детально опишіть проаналізований зовнішній досвід організації аналогічних освітніх програм (нормативні документи, описи освітніх технологій, методів, засобів). Джерела інформації | | | |

Продовження табл. 3.7

| Проектування заняття | | | | |
|--|----------------------|---------------------|------------------------|---|
| Які результати навчання плануються? | Дисциплінарні знання | Особистісні навички | Міжособистісні навички | Навички створення продуктів, процесів, систем |
| Теоретичний зміст заняття (основні поняття, питання, використані джерела інформації) | | | | |
| Обраний освітній метод (послідовність етапів і прийомів роботи), засоби навчання | | | | |
| Яким чином контролюється навчальний результат? | | | | |
| Орієнтовний план заняття | | | | |

Таблиця 3.8

Бланк для звітування підгрупами магістрантів про проведені уроки кейса «Популяризація інженерної освіти серед старшокласників середніх загальноосвітніх шкіл»

| Інформація про виконавців | | | |
|--|--|-----------------|--|
| П.І.П/б магістранта | | | |
| Академічна група | | Дата звітування | |
| Реалізація заняття | | | |
| Яким чином було реалізовано фрагмент навчального заняття? | | | |
| Здійсніть кількісні узагальнення щодо отриманих учасниками навчального заняття результатів | | | |
| Які висновки щодо реалізованого фрагменту навчального заняття отримано? | | | |

4. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНІЦІАТИВИ CDIO НА НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТТЯХ

Визнаючи доцільність застосування в інженерній освіті ініціативи CDIO, зупинимося на обраних методах та засобах, що допоможуть викладачам у її реалізації на кожному окремому навчальному занятті та під час організації самостійної роботи студентів.

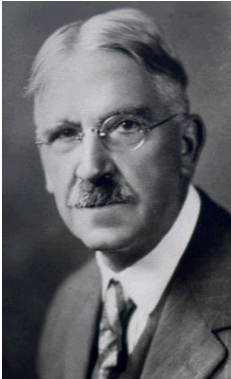
4.1. Діяльнісний підхід. Метод проектів

Визначальними ознаками суспільства початку ХХІ ст. стали надшвидкі цивілізаційні зміни. У відповідь на них серед ключових завдань Національної стратегії розвитку освіти в Україні на 2012–2020 рр. є розвиток мислення, орієнтованого на майбутнє. Іншими словами, навчальний заклад повинен підготувати своїх випускників виконувати завдання, які вони ніколи раніше не виконували, застосовувати знання, яких їх раніше ніхто не вчив. У такому контексті актуальним є застосування в навчальному процесі методу проектів, що за своїм змістом саме й орієнтує думки і діяльність суб'єкта на встановлення зв'язків наявного на сьогодні з потрібним у найближчій і віддаленій часових перспективах.

Метод проектів у навчальній діяльності передбачає таку організацію навчання, за якої особа набуває знання в ході планування та виконання практичних завдань, проектів, що постійно ускладнюються.

Історія застосування методу проектів у навчальному процесі сягає більше ніж ста років і для розкриття освітнього потенціалу цього методу доречним вбачається почати розгляд прикладів із тих часів.

Започаткування активного впровадження у навчально-виховний процес методу проектів необхідно пов'язувати з двома педагогами: один із них – американець Джон Д'юї, інший – наш земляк (народився в Білопільлі, в той час Сумського повіту Харківської губернії) Антон Семенович Макаренко (рис. 4.1).



Дж. Д'юї
(1859–1952)



А. С. Макаренко
(1888–1939)

Рисунок 4.1 – Ініціатори застосування методу проектів в освіті

«Потрібно думати про майбутнє на кожному етапі навчального процесу... Викладач має думати про майбутнє як ніхто інший», – писав Дж. Д'юї. А. С. Макаренко ставив технологічні запитання: «Що у нас виросте із наших вихованців? Де гарантії цього?».

Реалізовані нашим видатним земляком проекти вражають. Наприклад, під його керівництвом вчорашні юні безпритульники і злочинці не лише адаптувалися до нормального життя, але взяли безпосередню участь у відкритті на початку 40-х рр. ХХ ст. виробництва фотоапаратів «ФЕД».

Одноїменне підприємство працює і в наш час, але головна заслуга А. С. Макаренка – це виховані ним сотні

сиріт. Нещодавно ЮНЕСКО назвало чотирьох педагогів, які визначили педагогічне мислення у ХХ ст. Серед них – А. С. Макаренко.

Наш видатний земляк застосовував метод проєктів. У педагогічній практиці А. С. Макаренко виокремлював близьку, середню й віддалену перспективи.

Близька перспектива базується на особистісній зацікавленості групи осіб, які навчаються, може реалізовуватися навіть у самих непідготовлених групах. Головне, що кожен має сприймати запропоноване як власну радість завтрашнього дня, передчувати задоволення.

Середня перспектива, за А. С. Макаренко, – це проєкт колективної події, дещо відкладеної у часі. Щоб досягнути цієї перспективи, потрібно докласти зусиль.

Віддалена перспектива – це перспектива, що не лише відкладена у часі й потребує значних спільних зусиль, але й така, в якій узгоджуються особистісні та суспільні потреби. Як показала практика А. С. Макаренка та його однодумців, вибудовування таких перспективних ліній дозволяє досягти суттєвих результатів як у навчанні, так і в вихованні. Але ці проєкти повинні бути не «іграшковими», а відповідати на реальні потреби оточуючого середовища. Так, за темою «Шляхи сполучень» можна організувати «практичну» роботу, що, по суті, не матиме практичної цільової установки (екскурсії, вимірювання, складання діаграм, зарисовки доріг, розповіді про аварії), а можна весь навчальний матеріал і всі форми його опрацювання підкорити основній проблемі, покращанню певної ділянки дороги в певному районі [34].

Проєкт – це ідеальний образ майбутнього з потрібними перевагами, що супроводжується описом процедури перетворення цього образу в об'єктивну

реальність з урахуванням обмежень: людських, матеріальних і часових ресурсів.

Основні властивості проекту такі:

- проект повинен містити, з одного боку, ідеальний образ того, чого немає, але що є потрібним, що може бути створеним, і для цього існують відповідні гарантії, з іншого – опис процедури досягнення відповідного ідеального образу;
- проект як ідеальний образ бажаного майбутнього поступово трансформується у результаті діяльності суб'єкта;
- проектна діяльність – це унікальна та неповторна діяльність, яка має комплексний характер з певними зв'язками між компонентами і в даних умовах обґрунтована як оптимальна;
- тематика проекту має особистісне значення для суб'єкта діяльності;
- проект розвиває людину як суб'єкта діяльності, орієнтує на співпрацю;
- проект ґрунтується на інтеграції знань і досвіду з різних сфер науки і практики.

Проектна діяльність – це така, яка починається зі створення певного образу майбутнього, що забезпечує необхідні переваги порівняно із ситуацією без проекту і є можливим за наявної команди виконавців та ресурсів, яка завершується у визначений час із перетворенням цього образу на об'єктивну реальність (рис. 4.2).

Діяльність розроблення проекту – це такий складник проектної діяльності, що створює образ бажаного і можливого (у визначений термін за наявної команди виконавців та ресурсів) майбутнього, а також опис процедури перетворення цього образу на об'єктивну реальність.

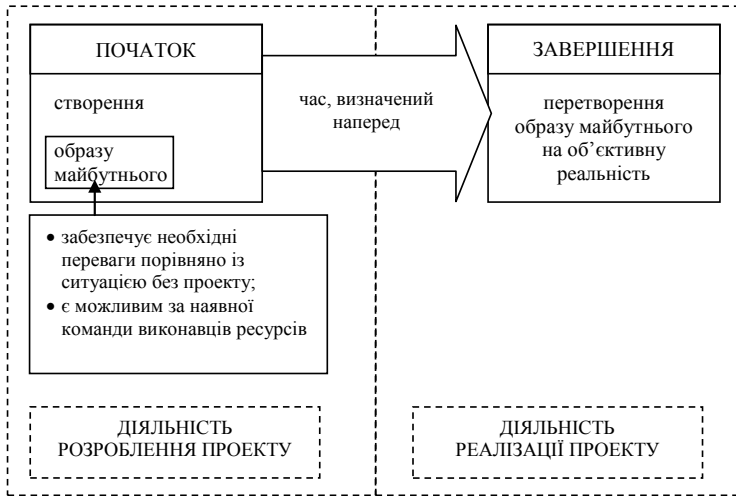


Рисунок 4.2 – Структура поняття «проектна діяльність»

Діяльність реалізації проекту – це такий складник проектної діяльності, що забезпечує (відповідно до наявного опису процедури) перетворення бажаного та можливого за наявної команди виконавців і ресурсів образу майбутнього на об'єктивну реальність.

Проектна діяльність передбачає ще один етап – рефлексію (тобто самооцінку суб'єктом проектної діяльності) отриманих результатів.

Наведені визначення понять «проект», «проектна діяльність», «діяльність розроблення проекту», «діяльність реалізації проекту», «рефлексія» знаходять своє відображення в методах проектів у навчальному процесі.

Цілі методу проектів у навчанні – надання тим, хто навчається, можливості самостійно набувати знання у ході планування і виконання практичних завдань, які вимагають інтеграції знань і досвіду із різних предметних галузей і поступово ускладнюються. Викладачеві в проектній діяльності тих, хто навчається, відводиться роль координатора й експерта.

Застосування методу проектів у шкільній та університетській освіті надає учням, студентам можливість переконатися у важливості отримуваних ними знань і досвіду не колись, потім, у професійній діяльності, а вже сьогодні, в реальних проектах, що приносять користь для суспільства. Для вже працюючих фахівців метод проектів у програмах підвищення кваліфікації надає змогу відволіктися від рутини щоденних справ і подумати про нові можливості, з іншого боку, забезпечити ефективність впровадження інновацій.

Застосування методу проектів важливе тому, що певна частина очікуваних результатів навчання є більш чутливим до використовуваних методів, ніж до обсягу наданої інформації. Наприклад, очікуваними результатами ініціативи CDIO, окрім дисциплінарних знань, є особистісні та міжособистісні навички, навички створення продуктів, процесів, систем.

Реалізувати метод проектів у навчальному процесі пропонується в такій послідовності етапів (рис. 4.3).

У менеджменті розроблені спеціальні критерії формулювання мети – критерії SMART (рис. 4.4).

Важливим етапом у ході розроблення проекту є декомпозиція – «поділ» мети проекту на складники за рівнями, необхідними для ефективного управління проектом («розділяй і володій»).

Завданнями декомпозиції проекту є таке: забезпечення переходу від мети до способів і засобів її досягнення; визначення обсягу робіт і часу, необхідних для досягнення мети; позбавлення від непотрібних (зайвих) робіт і ресурсів, що не пов'язані з реалізацією проекту; поділ робіт на складники для різних учасників проекту, координація їхніх дій і визначення відповідальності.



Рисунок 4.3 – Етапи реалізації методу проектів



Рисунок 4.4 – Критерії формулювання мети

Кожен наступний крок декомпозиції проекту забезпечує послідовну деталізацію його змісту. При цьому на кожному наступному кроці обсяг елементарних робіт менший, ніж обсяг елементарних робіт попереднього рівня.

Критеріями для визначення необхідної кількості рівнів декомпозиції є таке: робота має один чіткий результат; за роботу може бути призначений один відповідальний; можна обчислити затрати праці і тривалість за даним обсягом роботи.

Проілюструємо наведено на прикладі декомпозиції простого шкільного проекту «Створення путівника по місту для інвалідів» (табл. 4.1) [35].

Необхідно зазначити, що завдання розроблення проекту тими, хто навчається, не є таким уже й простим для них. Тому доречним є надати певні рекомендації щодо прийомів роботи.

У ході розроблення проекту (етапи 1–7) рекомендується така послідовність прийомів:

- пояснення викладача;
- індивідуальне письмове виконання етапу тими, хто навчається (корисним буде надати орієнтувальну основу дії);
- обговорення у складі міні-груп (2–5 осіб);
- презентація поточного етапу роботи всій групі.

При цьому виходячи з підготовленості тих, хто навчається, і наявного ресурсу часу потрібно виокремити види робіт, які будуть виконуватися в аудиторний та позааудиторний час. Етап 8 виконується відповідно до розробленого календарного плану проекту і, як правило, у позааудиторний час.

Таблиця 4.1

*Шкільний проект
«Створення путівника по місту для інвалідів»*

| Виконавці | Тиждень 1 11:00– 12:00 | Тиждень 2 15:00– 16:00 | Тиждень 3 15:00– 18:00 | Тиждень 4 11:00– 12:00 |
|------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| Вікторія і Клер | 6 банків (в інвалідній колясці) | Перевірка ширини дверей ліфтів | Ресторани (якомога більше) | Спортивні центри |
| Софія і Гі | Станція (пішки) | 3 музеї (в інвалідній колясці) | Ресторани (якомога більше) | Перевірка ширини дверей у магазинах |
| Регула і Торлейф | Зустріч із міським архітектором | Дзвінки в motelі | 3 кіно-театри (в інвалідній колясці) | Фотографування «безнадійних» та «ідеальних місць» |
| Тассі і Юко | Перевірка висоти тротуарів у центрі міста | Інтерв'ю з водіями таксі | 2 театри (в інвалідній колясці) | Перевірка громадських туалетів (в інвалідній колясці) |

На цьому етапі ті, хто навчається, працюють за планом, який самі ж і розробили, тим самим набувають такий необхідний у нинішніх умовах досвід самоуправління власною діяльністю в умовах невизначеності. Етап 9, окрім того, що є необхідним завершальним етапом у циклі проектної діяльності, забезпечує набуття тими, хто навчається, досвіду

оцінювання власної діяльності та визначення необхідних коректив.

Наведемо ще один приклад – навчальний курс Susan Murgott «Поширення інновацій для спільного блага», представлений серед відкритих освітніх ресурсів Масачусетського технологічного інституту. На початку курсу кожному студенту пропонується підготувати та представити однохвилинний виступ за одним із двох варіантів:

- у категорії «Рекрутинг в інноваційну Dream Team» (ім'я студента, автора ідеї проекту; назва команди; короткий (до 50 слів) опис проекту; потреби в учасниках);
- у категорії «Пропоную свої послуги» (ім'я студента; причини, через які команда повинна прийняти студента (до 50 слів); типи пріоритетних проектів).

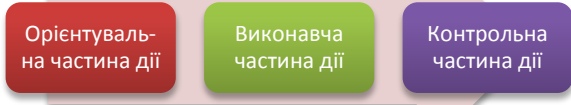
Після презентацій студенти об'єднуються в групи. Робота курсу «Поширення інновацій для спільного блага» не обмежується навчальною аудиторією, а спрямовується на реальні проблеми оточуючого світу, будується навколо конкурсів організацій, що підтримують студентські проекти. Цікаво, що навіть для викладача курсу несподіванкою стало те, що після завершення навчання на канікулах студенти за власною ініціативою беруться за реалізацію розроблених проектів [36].

Розглянувши основні визначення, рекомендації для реалізації методу проектів в освіті, приклади застосування цього методу, спробуємо визначити, чому метод проектів є доволі корисним у програмах розвитку особистого потенціалу.

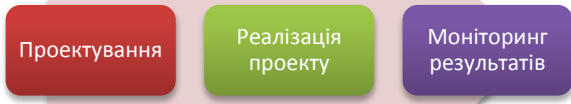
Аналіз відкриває існування паралелей між етапами проектної діяльності та складниками психологічної структури діяльності (рис. 4.5), за О. М. Леонтьєвим (мотив, мета, підцілі, діяльність, дії, умови, операції),



Технології проектної діяльності відображають психологічну теорію діяльності



Теорія діяльності Петра Гальперіна



Теорія управління проектами



Людина краще розуміє свою діяльність

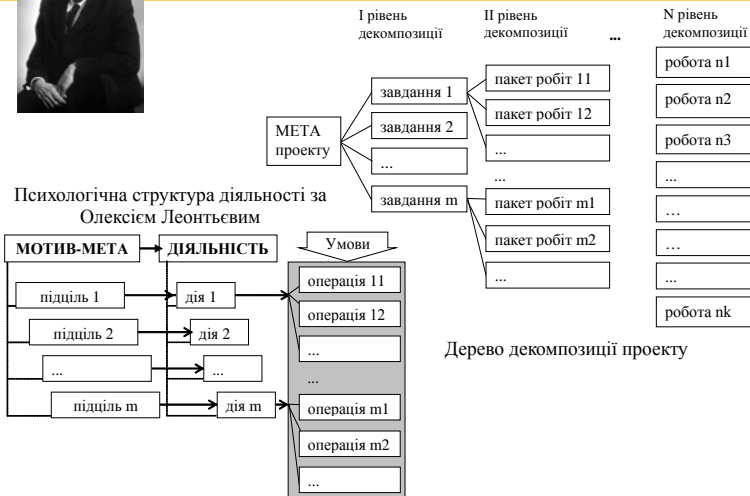


Рисунок 4.5 – Зіставлення психологічної структури людської діяльності та складових методу проектів

і дії, за П. Я. Гальперіним (орієнтування, виконання, контроль). Існування таких паралелей обґрунтовує проектну діяльність як форму самоуправління діяльністю в проблемних ситуаціях (ситуаціях, що не підлягають автоматичному керуванню). Такий досвід є доволі цінним у нинішніх умовах зростання кількості самостійної роботи в навчальному процесі, а також підвищення складності завдань, які вже досвідчені фахівці вирішують у своїй професійній діяльності.

Тим самим, освоюючи проектну діяльність, особа, яка навчається, отримує можливість природним чином забезпечити ефективність своєї діяльності.

Метод проектів у навчальному процесі орієнтує думки і діяльність того, хто навчає, і того, хто навчається, на майбутнє, на встановлення зв'язків наявного сьогодні з потрібним у найближчій і віддаленій часових перспективах. При цьому відкриваються можливості самостійно набувати знання у ході планування та виконання все складніших і складніших практичних завдань, інтеграції знань і досвіду із різних предметних галузей.

Будучи «відкритим методом» (тобто надаючи багато свободи вибору тим, хто навчається), метод проектів містить у собі й певні небезпеки (зокрема щодо систематичності отриманих знань). Тому реалізація цього методу потребує продуманої комбінації з іншими педагогічними методами і засобами, спрямованими на формування складних теоретичних понять і відпрацювання вмінь, розвитку творчої діяльності, налагодження ефективного спілкування.

4.2. Організація творчої діяльності учасників навчального процесу

До сера Е. Резерфорда, президента Королівської академії і лауреата Нобелівської премії з фізики, звернувся за допомогою колега. Він збирався поставити найнижчу оцінку з фізики одному студенту, а той стверджував, що заслуговує найвищого бала. Обидва – викладач і студент – погодилися покластися на судження незалежного арбітра. Ним повинен був стати Резерфорд. Екзаменаційне питання було таким: «Поясніть, яким чином можна виміряти висоту будівлі за допомогою барометра?»

Відповідь студента, у свою чергу, була такою: «Потрібно піднятися з барометром на дах будівлі, опустити барометр униз на довгій мотузці, а потім підняти його назад і виміряти довжину мотузки, яка покаже точну висоту будівлі». Відповідь була повною та правильною, але ніяк не відображала знання студента з фізики.

Резерфорд запропонував спробувати відповісти ще раз. Давши шість хвилин на підготовку, він попередив, що відповідь повинна демонструвати розуміння фізичних законів. Через п'ять хвилин студент так і не написав нічого в екзаменаційному листі. Резерфорд спитав, чи погоджується він із низькою оцінкою, але той заявив, що має кілька рішень проблеми, просто обирає краще.

Зацікавившись, Резерфорд попросив молоду людину відповідати. Той запропонував такий варіант: «Підніміться з барометром на дах і киньте його вниз, заміряючи час падіння. Потім, використовуючи формули, обчисліть висоту будівлі». Тут Резерфорд спитав свого колегу викладача, чи вдоволений він відповіддю. Той, нарешті, погодився визнати відповідь задовільною. Однак студент зазначав, що знає кілька варіантів, і його попросили озвучити їх.

«Є декілька способів виміряти висоту будівлі за допомогою барометра, – почав студент. – Наприклад, можна вийти на вулицю в сонячний день і виміряти висоту барометра та довжину його тіні, а також виміряти довжину тіні будівлі. Потім розв’язати нескладну пропорцію і визначити потрібну висоту».

«Непогано, – сказав Резерфорд. – Є й інші способи?».

«Так. Є дуже простий спосіб, який, упевнений, Вам сподобається. Берете барометр у руки та підіймаєтеся сходами, прикладаючи барометр до стіни і роблячи відмітки. Порахувавши кількість таких відміток та помноживши їх на розмір барометра, маєте висоту будівлі. Це дуже очевидно. Якщо хочете складніший спосіб, то прив’яжіть до барометра мотузок і, розкачуючи пристрій як маятник, визначите величину гравітації на рівні основи будівлі та на даху. За різницею між ними можна обчислити висоту будівлі. Прив’язавши до барометра мотузок і піднявшись із ним на дах, можна також розкачувати маятник і обчислити висоту будівлі за періодом прецесії. Нарешті, серед багатьох інших способів вирішення цієї проблеми кращим, мабуть, є такий: найдіть управляючого і скажіть йому: «Пане управляючий, у мене є чудовий барометр. Він ваш, якщо скажете мені висоту цієї будівлі».

Тут Резерфорд спитав студента, невже він дійсно не знав загальноприйнятий спосіб розв’язання цієї задачі. Той зізнався, що знав, але сказав при цьому, що «наситився» школою та коледжем, де вчителі нав’язують учням свій спосіб мислення. Студентом цим був Нільс Бор, датський фізик, лауреат Нобелівської премії 1922 р.

Сьогодні, як і століття тому, в часи Резерфорда і Бора, у навчальному процесі важливі організація і стимулювання пізнавальної активності тих, хто навчається.

У дидактичній науці немає єдиного підходу до визначення поняття «пізнавальна активність». Деякі науковці (Л. Аристова, М. Махмутов, Т. Шамова) наголошують на тому, що пізнавальна активність особистості – це перш за все якість її діяльності при освоєнні об'єктів пізнання, здібність до перетворення цих об'єктів у подальшій діяльності. Інші – Н. Половнікова, Д. Вількеєв, В. Онищук, Г. Щукіна – розглядають вирішальним психічний стан тих, хто навчається, – їхні пізнавальні потреби, пізнавальні інтереси, розумово-емоційну чутливість, прагнення до самостійних пошуків.

На основі узагальнення теоретичних розробок проблем пізнавальної активності В. Андреєва, М. Лазарева, І Лернера, В. Лозової, Т. Шамової можна виокремити такі рівні пізнавальної активності того, хто навчається.

Перший рівень – відтворювальна (репродуктивна) активність – характеризується прагненням особистості зрозуміти, запам'ятати і відтворити знання, оволодіти способом його застосування за зразком. Типові запитання викладачеві: «Що відбувається?», «Як це відбувається?»; відсутність запитань типу: «Чому відбувається?», «Що спричинило одержані результати?». Репродуктивна активність проявляється в діяльності виконавчого характеру. Під час організації відтворювальної діяльності використовуються пояснювально-ілюстративні навчальні матеріали. Така робота необхідна для запам'ятовування способів дій у конкретних ситуаціях, набуття досвіду, його закріплення. Однак потрібно визначити (відповідно до рівня підготовки того, хто навчається) оптимальний обсяг такої роботи для забезпечення необхідної бази знань і досвіду, адже затримка у роботі спричиняє нудьгу і ледарювання, заважає подальшому творчому розвитку.

Другий рівень – евристична (інтерпретуюча, конструктивна) активність. Цей рівень пізнавальної

активності характеризується не лише копіюванням і повторенням готових знань та умінь, а й заглибленням у сутність явищ і процесів, спробами виявити зв'язки, використанням відомих знань (умінь) у змінених умовах.

Характерними показниками другого рівня активності є більша стійкість вольових зусиль, бажання завершити розпочату справу, пошук способів розв'язання навчальної задачі, епізодичне намагання самостійно знайти відповідь на запитання, що зацікавило, переважання запитань типу «Чому?». Необхідність узагальнювати і систематизувати одержані знання при перенесенні їх у неординарні ситуації перетворюють знання у більш гнучкі, мобільні, виробляють потребу у самостійному їх поглибленні.

Третій рівень – творча активність. Цей рівень пізнавальної активності характеризується інтересом і прагненням не лише заглибитись у сутність явищ і їх взаємозв'язків, але й віднайти для такої мети новий спосіб діяльності.

І. Лернер вбачає сутність творчої пізнавальної діяльності у здійсненні близького і далекого перенесення знань та умінь на нову ситуацію, баченні нової проблеми у традиційній ситуації, комбінуванні та перетворенні засвоєних способів діяльності, відкиданні відомих і побудові принципово нового способу діяльності та ін. У процесі розв'язання пізнавальної творчої задачі (тобто такої задачі, де відома лише мета, а виявлення ситуації, умов, дій – за виконавцем) той, хто навчається, – шляхом неодноразових переформулювань задачі та відбору потрібних знань – поступово досягає виявлення її умов і вимог, доходить до визначення нової проблеми і нових способів її розв'язання [37]. У своїй розвиненій формі творча діяльність приводить до породження самої мети, тобто на цьому рівні здійснюється цілеутворювальна діяльність...

Дія набирає породжуючого характеру і все більше втрачає форму відповіді [38].

Узагальнюючи наведене щодо відтворювального, евристичного, творчого рівнів пізнавальної активності, додамо, що дослідники підкреслюють такий важливий нюанс: кожний наступний рівень активності більшою чи меншою мірою включає ознаки попереднього.

З'ясувавши критерії рівнів пізнавальної активності, розглянемо, можливо, найвідоміший метод організації творчої діяльності – метод «мозкового штурму» (мозкова атака, брейнстормінг (від англ. brainstorming)). Суть його полягає у відокремленні процесу генерації ідей (перший етап) від їх аналізу й відбору (другий етап). Розглянемо ці етапи докладніше.

Етап генерації ідей (фаза «мрійника»). Його правила:

- кожен учасник повинен висунути якомога більше ідей. Заохочуються безвідповідальні, несерйозні, безглузді ідеї. Кожна з них корисна вже тому, що стимулює інші. Треба прагнути розвивати, комбінувати та покращувати висловлені раніше ідеї, утворювати з них новий асоціативний ряд;
- ідеї висловлюються без доведення та пояснень, коротко, в кілька слів, однак таким чином, щоб ведучий і група зрозуміли суть пропозиції. За необхідності ведучий допомагає автору сформулювати ідею для запису;
- записувати потрібно всі ідеї. Немає поганих ідей. Усі ідеї беруться до уваги. На першому етапі кількість ідей переважає їх якість;
- критика ідей на етапі генерації абсолютно заборонена. Накладено табу на репліки типу: «Це нерозумно», «Дитячий лепет», «Дурниця», «Це неможливо», «Ми робили це раніше, але

безрезультатно». Критика забороняється навіть у формі жестів, іронічних поглядів і скептичних усмішок. Інакше у генераторів може зникнути всіляке бажання висловлюватися;

- ведучий може застосувати прийоми активізації творчого мислення. Найцікавіший момент – коли ідеї починають фонтанувати; коли думається без вольових зусиль і береться до уваги все, що спадає на думку;
- на завершення активної фази генерації учасники спільно редагують список напрацьованих ідей. На цьому етапі вже можливе напівкритичне ставлення до них і розширення списку новими ідеями, що виникають у процесі редагування.

2. Етап оцінювання ідей (фаза реаліста). Правила його такі:

- найкраща ідея та, що розглядається у поточний момент. Аналізувати її необхідно так, неначе інших ідей немає зовсім;
- кожен ідею доречно протестувати з різних боків, зокрема за такими питаннями: рішення в рамках закону? ідея реалізується до встановленої дати (наприклад, 10 червня)? чи розумні передбачувані витрати? якщо реалізувати цю ідею, то яким чином вона зазнає фіаско?
- доцільно розвивати ідеї, групувати їх у тренди. Потрібно встановлювати зв'язки між різними гіпотезами. Іноді найкращі ідеї виникають у результаті поєднання двох менш яскравих пропозицій. Корисно використовувати морфологічний метод (накреслити таблицю за типом таблиці футбольного чемпіонату, де кожній команді – тобто ідеї – потрібно «зіграти» із кожною командою-суперницею);

- рекомендується помічати ідеї в списку: «++» – дуже гарна ідея; «+» – непогана ідея; «0» – не вдалося знайти конструктиву;
- відкидаються явно банальні, тупикові, неплодотворні ідеї;
- вважається, що лише 10–15 % ідей виявляються прийнятними, проте серед них трапляються дуже оригінальні [39].

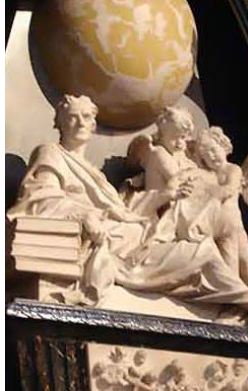
Застосовуючи різні методи творчої діяльності, людина повинна бути готовою до того, що рішення не обов'язково буде знайдене відразу як прямий наслідок застосування того чи іншого методу. Але рішення все ж таки можливе.

Відоме таке явище, як інсайт – раптове та таке, що не береться з минулого досвіду, розуміння істотних відношень і структур ситуації, через яке у цілому досягається осмислене рішення проблеми.

Яскраві приклади інсайту дає історія науки, наприклад, щодо здійснення своїх відкриттів Архімедом, Ньютоном, Менделєєвим та іншими вченими (рис. 4.6). Подібний досвід узагальнений у так званому законі 3b (від англ. абрєв. слів bath, bed, bus). Можливо, найменш відоме широкому загалу відкриття, яке пов'язує із третьою b (bus). Історію цю пов'язують із відомим французьким математиком ХІХ ст. Анрі Пуанкаре. Аналізуючи власний досвід, науковець так охарактеризував творчий процес у науковій діяльності: «Несподівані натхнення відбуваються лише після кількох днів свідомих зусиль, які здавалися абсолютно безплотними, коли припускаєш, що не зроблено нічого гарного, і коли здається, що обрано повністю помилковий шлях. Ці зусилля, однак, не є некорисними, як усі думають; вони запустили «безсвідому» машину, без них вона б не функціонувала і нічого не б не виготовила» [40].



а)



б)



в)

Рисунок 4.6 – Пам'ятники науковцям, які наочно проілюстрували явище інсайту:

- а – Архімед – в Національному музеї науки Мадатек (Хайфа);
- б – Ньютон – у Вестмінстерському абатстві (Лондон);
- в – Менделєєв – у дворі Московського проспекту (Санкт-Петербург)

Пропонуємо читачам цього навчального посібника попрактикуватися також в інших методах організації творчої діяльності.

Метод «Шість шляп мислення» Едварда де Боно. Потрібно не думати про все відразу, а спробувати розподілити процеси мислення на окремі складові. Для цього автор пропонує використати 6 кольорових шляп:

- біла – це шляпа вченого. У ній можна думати й говорити лише про факти;
- червона – це шляпа художника. У ній необхідно віддатися емоціям, почуттям та інтуїції;
- жовта шляпа належить оптимісту. Навіть якщо ідея, здавалося б, не несе у собі нічого доброго, все одно в ній знайдуться позитивні моменти;

- чорна шляпа – у критика. Це повна протилежність жовтій шляпі. Необхідно проявити максимум обережності, звернути увагу на всі можливі недоліки й ризики;
- зелена – шляпа креативу. Відбувається пошук альтернатив, внесення змін;
- синя шляпа – у керівника. Володар цієї шляпи ніколи не забуває про поставлену мету, стежить за своїми думками, підбиває підсумки сказаного.
- Метод аналогії. Чітко сформулюйте задачу. Без цього кроку подальший рух із імовірністю 90 % буде рухом в інший бік.
- Задайте щодо розв'язання Вашої задачі серію запитань типу: «Якщо..., то яка?» (якщо їжа, то яка? Якщо машина, то яка? Якщо політик, то хто? Якщо одяг, то який?). Дайте відповіді на ці запитання. У той самий час будуть сформульовані теми для аналогії.

Оберіть 2–3 аналогії, які здадуться Вам найбільш цікавими і які пов'язані з певним процесом (виготовлення торта, авіарейс, ...).

Для кожної аналогії визначте процеси, що лежать в основі цієї аналогії та вихідної задачі. Для цього поділіть аркуш на 2 стовпчики. У лівому – напишіть процеси, пов'язані з аналогією, у правому – процеси, пов'язані з розв'язуванням задачі.

Знайдіть схожість та паралелі між процесами, що розміщені у лівому та правому стовпчиках. Як можна використати цей збіг для розв'язання задачі?

Фіксуйте всі ідеї, що виникають. Оберіть кращі з ідей для доопрацювання.

Необхідно мати на увазі, що як і стосовно методу проєктів, щодо методів творчої діяльності в навчальному процесі таким чином можна зазначити: ці методи, з одного

боку, мають у собі потенціал щодо пізнавальної мотивації, з іншого – потребують підґрунтя вже засвоєних теоретичних знань. Щодо останнього вбачається доречним, зокрема, засвоєння прийомів креативного читання [41]:

- «розвідка боєм». Перш ніж почати читати книгу, доцільно спробувати написати її зміст. Крім того, що таким чином розвивається креативність, ця вправа дозволить згадати і, можливо, систематизувати те, що вже відомо з цієї теми, а отже, і засвоїти новий матеріал краще. Як варіант можна спробувати, прочитавши половину книги, зупинитися і написати зміст її другої частини;
- правостороннє читання. Креативність – це хід проти течії. Чому б, читаючи художню літературу, не порушити звичний потік сприйняття? Можна спробувати читати лише праві сторінки книги і додумувати все те, що відбувається на лівих;
- тренажер для розуму. Якщо у ході викладення в книзі наведена якась проблема, доцільно зупинитися і спробувати самому знайти рішення, перш ніж читати далі. Особливо корисно це під час читання фахової літератури;
- настільний бенчмаркінг. Іноді вирішення нагальних завдань можуть запозичуватися з абсолютно інших сфер людської діяльності. Доречно постійно задавати питання: «Чи є паралелі між тим, що я читаю, і завданнями, над якими я зараз працюю?». При цьому чим далі зміст книги від фаху читача, тим цікавіше ефект;
- виконання ролі пророка. Читаючи роман чи детектив, можна перевершити автора – прочитавши книгу до кінця, можна вигадати продовження

сюжету або як варіант запропонувати альтернативні версії розвитку подій, починаючи з якогось моменту;

- монетизація читання. Закінчивши читання, корисно подивитися на книгу поглядом завзятого бізнесмена. Які нові можливості для бізнесу можуть бути знайдені в прочитаному?

Загалом існує багато методів розвитку творчої діяльності особистості як загальних, так і таких, що враховують специфіку різних галузей знань [42].

Складність нашого особистісного, професійного, суспільного життя постійно зростає. У цих умовах завдання викладача і самої особи, яка навчається, – здійснити поступовий перехід від досвіду розв’язання типових завдань до вміння самостійно бачити нові проблеми у традиційних ситуаціях, комбінувати і перетворювати засвоєні знання і способи діяльності, на цій основі будувати нові рішення. Існує потреба у розвитку креативності особистості.

Прикладом методу, що дозволяє розв’язувати проблемні завдання на творчому рівні, є «мозковий штурм». Суть його полягає у відокремленні процесу генерації ідей від їх аналізу й відбору.

Однак появі успішних рішень у цьому та інших методах творчої діяльності передують копітка робота. Без наявності критичної маси потрібних знань на успіх у професійній діяльності розраховувати не варто.

4.3. Організація роботи малих груп

У методах взаємного навчання викладач організовує взаємодію студентів (учнів) у групах.

Група – це двоє або більше осіб, які взаємодіють один з одним, впливають один на одного більше, ніж кілька миттєвостей, сприймають себе як «ми» [43].

За Е. Берном, метод взаємодії у малій групі передбачає виокремлення зовнішньої (що відділяє учасників групи від неучасників) та внутрішньої (що відділяє лідера від членів групи) меж, установлення конституції (правил) еволюції групи, активізацію групи через заповнення її ніш конкретними індивідами [44].

Важливим є те, за якими саме правилами відбувається об'єднання осіб, які навчаються, у групи. Іноді рекомендують об'єднувати в групи осіб із близьким рівнем пізнавальної активності та із подібними інтересами. Але можливий й інший варіант, що реалізує механізм «сила слабких зв'язків», запропонований американським соціологом Марком Грановеттером (Стенфордський університет). На відміну від слабких сильні міжособистісні зв'язки є каналом інформації, що найменше відрізняється від тієї, якою вже володіє сам суб'єкт. Отже, існує потреба надання студентам (учням) досвіду встановлення реалізації «сили слабких зв'язків», для цього й організуються групи із різними характеристиками учасників.

Як приклад методу, що дозволяє створити групи з «силою слабких зв'язків», наведемо метод «шеренга оцінок»: учасники навчального процесу вишиковуються в шеренгу: з одного боку ті, які згодні з певним твердженням оцінювального характеру, з іншого – які категорично не згодні. Далі шеренга, розрахована по порядку (1-й, 2-й, 3-й, ...); об'єднується у групи. При цьому особи з протилежними точками зору опиняються перед необхідністю спільно виконувати завдання (рис. 4.8).

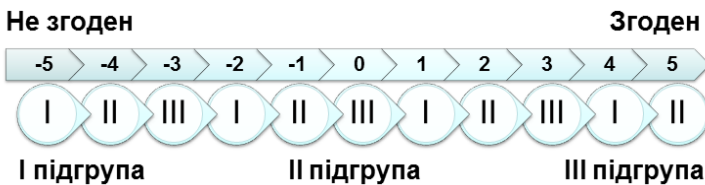


Рисунок 4.8 – Метод «шеренга оцінок»

Той, хто матиме бажання спробувати застосувати методи взаємного навчання, повинен бути готовий до можливих проблем. Перша з них – наслідок психологічного явища, що одержало назву «соціальна лінь». Це явище ілюструють, наприклад, такі експерименти. У дослідженні групи вчених із Массачусетсу під керівництвом Алана Інгама досліджувані думали, що тягнуть лямку разом з іншими, а насправді вони працювали одноосібно (їм зав'язували очі й говорили тягнути з усіх сил). Ті самі люди, знаючи, що тягнуть самі, розвивали зусилля на 18 % більші, ніж коли думали, що ззаду їм допомагають інші. Дослідники Бібб Латане, Кіплінг Уільямс і Стівен Харкінз з The Ohio State University (США) порівнювали шум, створюваний шістьма учасниками експерименту, з шумом, створюваним однією людиною. Перед усіма досліджуваними було поставлене завдання «аплодувати і кричати якомога голосніше». З'ясувалося, що шум, створюваний шістьма, лише у два з чимось рази перевищував шум, створений одним. Цікаво, що ті, хто плескали в долоні і самостійно, і в групі, не відчували себе «ледацюгами»: вони вважали, що плескали однаково і в тій, і в іншій ситуації. Інші подібні експерименти дозволили з'ясувати, що коли люди працюють у групі, не відповідають за кінцевий результат і не можуть оцінити свій власний внесок, їх особиста відповідальність розподіляється між усіма членами групи [43].

Для того щоб збільшити мотивацію членів групи, пропонується стратегія ідентифікації індивідуальної продуктивності. Деякі футбольні тренери так і чинять, знімаючи на відео й оцінюючи кожного гравця. Коли дослідники з Огайо надали кожному досліджуваному індивідуальний мікрофон, люди стали докладати більше

зусиль, адже їх особистий результат міг бути визначений [43].

Учасники в групі менше «байдикують», якщо завдання сприймається ними як важке або цікаве. Свій внесок при цьому вбачається ними як незамінний [43].

Соціальна лінь значно зменшується, якщо в групі працюють друзі, а не сторонні люди [43].

Важливою умовою правильної організації навчання в групі є створення позитивної взаємозалежності між учасниками, які мають єдину мету, спільні ресурси, спільні процедури, однакове, але персональне заохочення для всіх учасників групи (рис. 4.9).

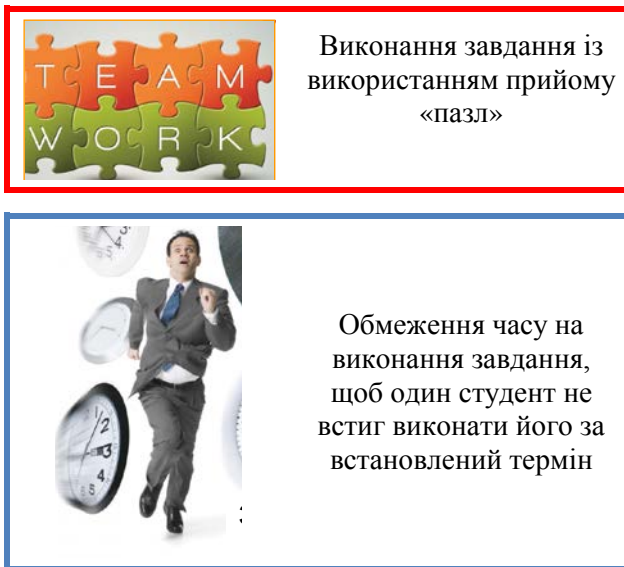


Рисунок 4.9 – Створення позитивної взаємозалежності студентів у навчанні

Створення позитивної взаємозалежності через спільні ресурси може реалізовуватися із застосування прийому «пазл», тобто надання кожному члену групи лише

частини інформації, необхідної для виконання поставленого завдання (спільний інформаційний ресурс). Час на виконання завдання при цьому обмежується таким чином, щоб один із тих, хто навчається, не встиг виконати його за встановлений термін (спільний часовий ресурс).

Як приклад використання спільних ресурсів і спільних процедур наведемо метод «ажурна пилка». Цей метод був розроблений у США. У 1957 р. у країні була проведена десеєґрація шкіл. Учні зі світлим і темним кольором шкіри, які кілька десятиліть навчалися окремо, були об'єднані у спільні класи. Це призвело до зростання міжнаціонального напруження в школах. Група соціальних психологів під керівництвом Еліота Аронсона була запрошена департаментом освіти м. Остін (штат Техас, США) для консультацій. Науковці припустили, що вирішити проблему можна за допомогою ситуації взаємної залежності учнів один від одного. Вони розробили метод «ажурна пилка».

Цей метод реалізується таким чином:

- викладач підготовлює навчальний матеріал, який можна розділити на декілька змістовних частин;
- у навчальній групі формується кілька навчальних підгруп. У кожній підгрупі стільки осіб, на скільки частин поділений навчальний матеріал;
- навчальний матеріал розподіляються між учасниками групи. Кожен отримує лише одну частину і стає експертом з відповідного питання. З усіх частин група може скласти повний текст;
- ті, хто навчається, самостійно вивчають отримані частини навчального матеріалу;
- за сигналом викладача ті, хто має однакові тексти, об'єднуються в експертні групи. Вони обговорюють текст, розмірковують над питаннями, що виникають,

виокремлюють головне, що необхідно пояснити іншим учасникам «батьківських груп»;

- знову звучить сигнал викладача, й учасники повертаються в «батьківські групи». Кожен експерт ознайомлює інших учасників зі змістом своєї частини загального тексту;
- спільно учасники осмислюють отримані знання;
- оратори доповідають про результати роботи своїх груп загалу;
- викладач може попросити будь-кого з тих, хто навчається, відповісти на контрольне питання за будь-якою частиною матеріалу.

Ще один приклад взаємного навчання з використанням спільних процедур – «круглий стіл», що може бути успішно застосований як на етапі закріплення навчального матеріалу, так і на етапі поточного контролю:

- кожен учасник групи отримує робочий аркуш під певним номером, на якому зверху розміщене питання відповідного варіанта, а також кілька граф для відповіді. Число граф дорівнює кількості учасників малої групи плюс один;
- комплект робочих аркушів для кожної групи однаковий. Упродовж певного періоду часу (визначається викладачем залежно від складності завдання) студент (учень) у письмовій формі відповідає на поставлені питання у відведеній для цього графі. Після завершення визначеного періоду часу аркуш передають по колу наступному учаснику групи, який також відповідає на поставлене питання. Таким чином, коли робочий аркуш повернеться до свого власника, на ньому вже буде подано стільки відповідей, скільки осіб маємо за «круглим столом». Кожен учасник уважно вивчає всі відповіді на питання його робочого аркуша та у випадку

необхідності вносить зміни чи доповнення у свою початкову відповідь в останній графі аркуша;

- на наступному етапі учасники із різних груп з однаковими варіантами робочих аркушів формують нові групи, обговорюють отримані відповіді та у випадку необхідності вносять корективи у формулювання своєї відповіді.

Власний приклад спільних процедур у навчанні подає система масових відкритих онлайн-курсів Coursera. Тут застосовується метод перехресного оцінювання. Кожен студент повинен оцінити роботи кількох однокурсників. Це також частина навчання: той, хто навчається, бачить п'ять напрямів думок, п'ять способів вирішення навчальної проблеми. Якщо студент не перевірить роботи інших у встановлений термін, то він не отримає оцінку за свою роботу.

Знання наведених та інших методів організації роботи в малих групах дуже важливі. Оволодівши ними у школі та університеті, молоді люди будуть готові до подолання певних ризиків у подальшій професійній діяльності. Адже спроби здійснення роботи в групах без належного методичного забезпечення можуть призвести, наприклад, до такого психологічного явища, як «огруплення мислення», коли грубі помилки стають наслідком прагнення групи побороти свою незгоду заради групової гармонії. Хоча причини такого явища ширші, ніж лише невідсутність методик. Навіть дуже досвідчені групи можуть опинитися в такій ситуації через: високу згуртованість групи, її ізоляцію, директивний стиль управління, високий рівень стресу разом із слабкими сподіваннями на існування іншого рішення (краще схвалене лідером чи іншими потрібними людьми) [43]. Симптоми цього нестримного прагнення до гармонії такі:

- ілюзія невразливості;
- раціоналізація;
- ніким не заперечена віра в етичність групи;
- стереотипний погляд на противників;
- тиск конформізму;
- самоцензура сумнівів;
- ілюзія одностайності думок;
- «розумоохоронці», які захищають групу від небажаної інформації [43].

Із трагічною очевидністю огруплення мислення виявилось у ході прийняття рішення, згідно з яким NASA відправило космічний човен «Challenger» в його роковий політ у січні 1986 р. Інженери фірми «Morton Thiokol», що виготовила твердопаливний прискорювач човна, та фірми «Rockwell International», що створила сам орбітальний комплекс, заперечували можливість запуску через загрозу відмови обладнання внаслідок низької температури повітря. Про це були складені доповідні записки. У телефонних дебатах перед стартом інженери доводили свою правоту нерішучим менеджерам своїх компаній і NASA, які прагнули здійснити довгоочікуваний запуск. Один із співробітників «Morton Thiokol» пізніше свідчив: «Ми занурилися у роздуми, намагаючись знайти спосіб переконати їх, що прискорювач не витримає, але не змогли з абсолютною гарантією довести це». У результаті виникла ілюзія невразливості. Також мав місце тиск конформізму. Один із співробітників NASA жалівся робітникам «Morton Thiokol»: «Коли ви хочете, щоб я запустив човен? У наступному квітні?». На що вищий керівник «Morton Thiokol» заявив: «Ми повинні прийняти управлінське рішення», – а потім попрохав технічного віце-президента «зняти свою інженерну кепку і надіти капелюх менеджера». Для створення ілюзії одностайності думок цей керівник потім провів голосування лише серед

менеджерів, ігноруючи інженерів. І нарешті, завдяки «розумоохоронці» вищі керівники NASA, які приймали остаточне рішення, нічого не знали про стурбованості інженерів. Захищені від неприємної інформації вони впевнено дали згоду на запуск «Challenger» у його трагічний політ [43].

Проте як в експериментах, так і в реальних історіях групи можуть приймати мудрі рішення. Збираючи різнобічну інформацію і вдосконалюючи оцінку можливих альтернатив, група здатна скористатися перевагами від об'єднаної проникливості її членів [43]. Але для цього потрібні відповідні знання та досвід, зокрема досвід роботи в групі.

З урахуванням зазначеного стає очевидною користь організації спільного навчання як із метою оволодіння новими порціями змісту конкретної навчальної дисципліни, так і розвитку комунікативних навичок.

У цій і розглянутих раніше темах ми ознайомилися з певним набором педагогічних методів. Але постає питання: як викладачеві обирати той чи інший метод навчання в ході своєї педагогічної практики? Чи достатньо керуватися особливостями поточної ситуації? Ні, адже викладач (як керівник процесу навчання) повинен наперед визначити, як саме йому реалізувати наявні цілі навчання. Відповідно до наявних цілей викладач обере закони управління і педагогічні принципи, якими буде керуватися, а далі – необхідні методи.

У ході реалізації методів взаємного навчання викладач може зіткнутися з природними, але шкідливими для ефективності взаємного навчання психологічними явищами (зокрема, «соціальною лінню» й «огрупленням мислення»). Необхідно завчасно потурбуватися про їх запобігання (у крайньому разі зменшення впливу) за допомогою спеціальних прийомів. Не можна наперед дати

рекомендації, які саме прийоми роботи будуть при цьому найкращими у всіх випадках. Необхідно пам'ятати про закон додатковості, відповідно до якого, швидше за все, викладач повинен передбачити кілька альтернативних варіантів розвитку подій у навчальній аудиторії.

4.4. Електронні засоби навчання

Ця історія почалася влітку 2004 р. Молоду людину, на ім'я Салман Хан, аналітика інвестиційного фонду, попросили зайнятися математикою з його двохрідною сестрою: у неї були проблеми з переведенням одиниць вимірювання, а у нього – два ступені бакалавра та й один ступінь магістра в Massachusetts Institute of Technology (США) та Harvard Business School (США). Оскільки дівчина у Новому Орлеані, а Салман Хан – у Бостоні, вони займалися по телефону і малювали графіки та формули у спільному блокноті Yahoo Doodle. Заняття допомогли, а Салман став займатися з її братами. Згодом до них приєдналися інші родичі та друзі родини. Коли скласти розклад стало дуже складно, Салман вирішив розміщувати ролики з поясненнями на YouTube. З'ясувалося, що світ лише й чекав такий ресурс: кількість учнів Салмана Хана почала збільшуватися у геометричній прогресії. Салман Хан створив сайт під назвою «Академія Хана». Хан залишив роботу і повністю зосередився на академії. Спочатку її створювали як некомерційне підприємство, оскільки Салман Хан відмовлявся від будь-яких пропозицій на ній заробити, крім маленької кнопки DONATE (пожертвувати) в нижній частині інформаційної сторінки. Восени 2010 р. ситуація змінилася після того, як Google дав «Академії Хана» 2 млн доларів на створення нових курсів та їх переклад різними мовами. У жовтні того самого року був наданий також грант від фонду Білла та Мелінди Гейтс [45].

Наведена історія підтверджує народну мудрість: «У житті, як на довгій ниві». Здобуваючи вищу освіту, Салман Хан і гадки не мав, що його кар'єрний ріст буде пов'язаний із викладацькою практикою. Інший важливий акцент, який робить ця історія: в сучасному світі освітні системи зазнали істотних змін через широке використання комп'ютерних і мережевих технологій.

Останнім часом активно ввійшли в освітню практику терміни «дистанційне навчання» («distance learning»), «електронне навчання» («e-learning»), «масові відкриті онлайн-курси» («massive open online course», MOOC), «EdTech». Комп'ютерні, мобільні, інтернет засоби стають визначальним фактором змін інших компонентів педагогічної системи.

Щоб оцінити, наскільки впливовим є цей фактор, доцільно подивитися на інновації щодо електронних засобів навчання з точки зору інших інновацій, що мають місце у сучасній педагогічній системі. Можливість такого оцінювання подав дослідницький колектив у складі M. Sharples, P. McAndrew, M. Weller, R. Ferguson, E. Fitzgerald, T. Hirst, Y. Mor, M. Gaved, D. Whitelock (The Institute of Educational Technology (IET), The Open University (Великобританія)). Вони підготували доповідь «Інноваційна педагогіка – 2012» [46]. Проаналізувавши значну кількість теоретичних і практичних праць, нововведень, які вже використовуються, але ще не глибоко вплинули на освіту, дослідницька група виділила десять, які, на їх думку, можуть значно змінити педагогічні процеси, зокрема в університетській освіті. Ці десять нововведень, названі у порядку оцінювання потенціалу впливу, поданих дослідниками Інституту освітніх технологій Відкритого університету, наведені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2

*Оцінювання потенціалу впливу нововведень, виділених у доповіді
«Інноваційна педагогіка – 2012»*

| Нововведення | Потенціали впливу | Часові рамки |
|---|-------------------|--------------------------|
| Нова педагогіка для електронних книг | високий | короткі (до 2 років) |
| Оцінка для навчання | високий | середні (2–5 років) |
| Знаки щодо акредитації навчання | високий | середні (2–5 років) |
| Відродження академічного книговидавництва | середній/високий | середні (2–4 роки) |
| Безперервне навчання | середній/високий | середні (2–5 років) |
| Аналітика в навчанні | середній/високий | середні (2–5 років) |
| Короткострокові курси під керівництвом | середній | короткі (до 2 років) |
| Масові відкриті онлайн-курси | середній | середні (2–5 років) |
| Персональний освітній запит | середній | середні (2–5 років) |
| Різноманітне навчання | можливо, високий | тривалі (більше 4 років) |

Дослідники серед інновацій з високим потенціалом впливу і з короткими часовими рамками досягнення змін назвали «нову педагогіку для електронних книг». Є в цьому списку найвпливовіших інновацій й «масові відкриті онлайн-курси». Отже, у першій чверті ХХІ ст. спостерігаємо, як ідея «відкритої освіти», започаткована в університетах Середньовіччя, отримує нову якість реалізації завдяки комп'ютерним, мобільним, інтернет-технологіям. Проілюструємо це твердження конкретними прикладами.

Уперше ідея відкритих в Інтернеті освітніх ресурсів була озвучена в 1999 р. науковцями Massachusetts Institute of Technology (США). Програма «MIT OpenCourseWare» розпочалася у вересні 2002 р. відкриттям на веб-сайті інституту матеріалів перших 32 предметів (від радіоелектроніки та літакобудування до літератури). Вже через 1 рік кількість курсів на сайті зросла до 500.

Організатори програми заявили, що метою є надання всім студентам світу безоплатного доступу до матеріалів усіх курсів, що викладаються в Massachusetts Institute of Technology (США). Подано навчальні матеріали не лише широкого спектра змісту, але й різноманітних видів пізнавальної діяльності. Наприклад, завдяки одному із сервісів відкритих освітніх ресурсів Массачусетського технологічного інституту можна отримати дистанційний доступ до лабораторної установки вимірювання радіоактивності, що фізично встановлена в The University of Queensland (Австралія). Ця освітня послуга є безкоштовною і доступною користувачам з різних країн.

Поступово в інтернет-просторі почали утворюватися самоорганізовані групи тих, хто навчається за допомогою методичних матеріалів MIT OpenCourseWare.

Сьогодні сотні тисяч осіб, які бажають навчатися, можуть переглянути в Інтернеті відеолекції професорів із

різних країн. На цей час є багато педагогів, науковців, фахівців, які розміщують свої кращі напрацювання (електронні підручники, віртуальні практичні та лабораторні роботи) в Інтернеті та передбачають їх вільне використання широкими масами як викладачів, так і тих, хто навчається. Наведене супроводжується об'єднанням зусиль не лише окремих фахівців, але провідних освітніх установ світу.

При тому що навчальні матеріали Massachusetts Institute of Technology (США) були доступні у вільному доступі більше десяти років, новинкою 2012 р. стали масові відкриті онлайн-курси, в яких передбачається не лише самостійне навчання, але взаємодія з викладачем, поточний контроль і підсумкові іспити. Перед цим у кінці 2011 р. проведений експеримент, у рамках якого всі бажаючі отримали безкоштовний доступ до трьох курсів із комп'ютерних наук Stanford University (США). Як правило, на цих трьох курсах навчалася до 400 студентів. На анонс експерименту відгукнулося 100 тисяч (викладачі порахували: для того щоб навчити таку кількість людей у звичайному форматі університетської лекції, їм знадобилося б близько 250 років). За результатами цього експерименту влітку 2012 р. Andrew Ng та Daphne Koller, молодими викладачами Stanford University (США), була відкрита платформа Coursera. Із самого початку проекту до нього долучилися викладачі Princeton University (США), University of Michigan (США), University of California, Berkeley (США), University of Pennsylvania (США), Johns Hopkins University (США), University of Edinburgh (Шотландія), Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne (Швейцарія). Цікавою вбачається динаміка розширення проекту (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Динаміка розвитку освітньої платформи Coursera

| Серпень 2012 | Жовтень 2012 | Січень 2013 | Травень 2013 | Вересень 2013 | Листопад 2013 | Березень 2014 | Червень 2014 | Листопад 2014 |
|---|--------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| Кількість курсів | | | | | | | | |
| 117 | 198 | 213 | 370 | 450 | 542 | 624 | 665 | 861 |
| Кількість залучених до партнерства університетів та установ | | | | | | | | |
| 16 | 33 | 33 | 69 | 78 | 108 | 108 | 109 | 115 |

За даними на початок 2014 р., кількість слухачів Coursera становила більше 6 млн. Перевірити таку кількість робіт, що надходить викладачам, просто неможливо. Тому рекомендується застосовувати метод взаємного оцінювання.

Кожен студент (крім того, що виконати власне навчальне завдання) повинен перевірити роботи ще 3–5 студентів, прокоментувати їх та поставити оцінки. Таким чином, кожен отримує кілька анонімних коментарів і кілька оцінок. Серед наведених реплік можуть бути доволі наївні («Я не згоден з автором, тому ставлю «одиницю»), а можуть – цікаві та корисні. Це також частина навчання: ви бачите п’ять напрямів думок та п’ять способів вирішення проблеми. Якщо ви не перевірите роботи інших, то не отримає оцінку за свою роботу. Тут також є термін, за який потрібно вкластися. Екзаменатор, зі свого боку, може особисто проаналізувати кожен рівень оцінювання.

Початком іншого проекту онлайн-навчання – EdX, ініційованого спільно Harvard University (США) і Massachusetts Institute of Technology (США), був також

відзначений 2012 р. Було задекларовано, що засновники не очікують прямого фінансового прибутку, натомість планують використовувати інформацію з ресурсу для дослідження того, як студенти навчаються та як технології можуть перетворити навчальні заклади у всьому світі. На перший такий курс на EdX записалося більше 150 тис. студентів із різних країн світу [47].

Здавалося б, мета Я. А. Коменського про освіту всіх людей у всьому і всебічно отримала шанс справдитися. Однак наявна ситуація ще далека від вирішення. Про це свідчить статистика, опублікована організаторами масових відкритих онлайн-курсів. У квітні 2013 р. Daphne Koller, співзасновник Coursera, зазначила, що лише близько 5–8 % усіх студентів, які записалися, успішно проходять курси; 40–45 % з тих, хто зробив свою першу домашню роботу, складають випускний екзамен (хоча фінальна цифра може бути низькою через те, що люди навіть не збиралися складати іспит) [48]. У січні 2014 р. опублікована статистика eDX: зі 841 687 осіб, які зареєструвалися на курсах у перший рік роботи платформи, 292 852 осіб жодного разу не переглядали зміст навчальних матеріалів; 469 702 – переглянули менше половини матеріалів обраного курсу; 43 196 – вивчили матеріали достатньою мірою, щоб отримати сертифікат про завершення навчання [49]. Можна було б припустити, що низький відсоток студентів, які успішно опрацювали той чи інший масовий відкритий онлайн-курс, пов'язаний із недієздатністю самої ідеї. Однак наступний факт суперечить цьому припущенню. У січні 2013 р. у рамках щорічного Всесвітнього економічного форуму у Давосі Фонд Віктора Пінчука присвятив засідання свого 6-го круглого столу із благодійності саме питанням онлайн-освіти. На цьому засіданні запрошеною гостею була присутня Хадіджа Ніазі, 12-річна жителька Пакистану, яка успішно

опрацювала онлайн-курс університетського рівня з фізики на освітній платформі Udacity. І такі приклади роботи з новітніми освітніми ресурсами непоодинокі. Однак для широкого загалу проблема пов'язана із недостатнім рівнем самостійної навчальної діяльності.

Сучасні комп'ютерні, мобільні, інтернет-технології забезпечують можливості навчання для всіх бажаючих у будь-якій точці світу. Єдина зовнішня умова – доступ до Інтернету – для багатьох не є проблемою.

Кращі навчальні заклади світу відкрили свої методичні матеріали в глобальній комп'ютерній мережі (першим був у 2002 р. Massachusetts Institute of Technology). Викладачі з різних країн (безкоштовно для студентів) спілкуються з бажаючими у форматі відкритих масових онлайн-курсів (перший такий проект стартував у 2012 р. в Stanford University).

Але проблемою багатьох молодих людей є недостатні навички самостійної навчальної діяльності, що заважають скористатися наявними освітніми можливостями.

На завершення викладу пункту «Методи та засоби потенціалу реалізації ініціативи CDIO на навчальних заняттях» підкреслимо, що наведений перелік методів та засобів не є вичерпним. Його доречно розширити за рахунок специфічних методів викладання інженерних дисциплін та кращих практик провідних викладачів у самостійній пошуковій роботі магістрантів із використанням відкритих освітніх ресурсів в Інтернеті, зокрема, з урахуванням специфіки інженерної галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Edström K. Comparing Two Approaches for Engineering Education Development: PBL and CDIO [Електронний ресурс] / K. Edström, A. Kolmos // Proceedings of the 8th International CDIO Conference. – 2012. – Режим доступу : [http://vbn.aau.dk/en/publications/comparing-two-approaches-for-engineering-education-development\(b28a66f6-2cae-4b9c-9c43-49cb7cedcf19\).html](http://vbn.aau.dk/en/publications/comparing-two-approaches-for-engineering-education-development(b28a66f6-2cae-4b9c-9c43-49cb7cedcf19).html).
2. Crawley E. F. The CDIO Syllabus: A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education [Електронний ресурс] / E. F. Crawley // CDIO Initiative. – 2001. – Режим доступу : http://www.cdio.org/files/CDIO_Syllabus_Report.pdf.
3. Augustine N. R. Socioengineering (and Augustine's Second Law Thereof) / N. R. Augustine // The Bridge. – 1994. – Fall. – P. 3–14.
4. McMasters J. Boeing-University Relations – A Review and Prospects for the Future [Електронний ресурс] / J. McMasters, K. Narayanan // Proceedings of the 2005 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition. – 2005. – Режим доступу : <http://www.adl.gatech.edu/archives/adlp05062601.pdf>.
5. Neelam S. Engineering Criteria 2000: The Impact on Engineering Education [Електронний ресурс] / Soundarajan Neelam // ABET. – 1996. – Режим доступу : <http://web.cse.ohio-state.edu/~neelam/papers/fie99.pdf>.
6. Proceedings of the 8th International CDIO Conference, Queensland University of Technology, Brisbane, July 1–4, 2012 [Електронний ресурс] // CDIO Conference. – 2012. – Режим доступу : <http://www.cdio.org/meetings-events/2012-8th-international-cdio-conference>.
7. Worldwide CDIO Initiative [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.cdio.org.

8. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информационно-методическое издание / пер. с англ. и ред. А. И. Чучалина, Т. С. Петровской, Е. С. Кулюкиной. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 17 с.
9. Международный семинар по вопросам инноваций и реформированию инженерного образования «Всемирная инициатива CDIO»: материалы для участников семинара / пер. С. В. Шикалова; под ред. Н. М. Золотаревой, А. Ю. Умарова. – М. : Изд. дом МИСиС, 2011. – 60 с.
10. Östling A. The implementation of CDIO at KTH Royal Institute of Technology [Электронный ресурс] / A. Östling // Institute of Strategic Management of Universities. – 2015. – Режим доступа : <http://www.ismu.eu/wp-content/uploads/2015/04/Good-practice-number-22.pdf>.
11. Співпраця університетів та підприємств в Європі, як інструмент забезпечення відповідності вищої інженерної освіти технологічним викликам : монографія / В. Кордас, А. Петренко, Е. МакКей та ін. ; за заг. ред. В. Шатохи. – Дніпропетровськ : Дріант, 2015. – 60 с.
12. Spessa E. FIAT Cooperation Agreement with Politecnico di Torino: BSc and MSc in Automotive Engineering / E. Spessa // TEMPUS ENGITEC 3rd Coordination Meeting, March 4, 2014, Politecnico di Torino.
13. Analisi dei questionari di valutazione dell'esperienza di tirocinio. Anno Accademico 2012/2013 [Электронный ресурс] // Politecnico di Torino. – 2013. – Режим доступа : https://didattica.polito.it/zxd/dati/allegato/16/Analisi_Questionario_2012_13.pdf.
14. Product Design Showcase and New Designers 2014 [Электронный ресурс] // University of Leeds. – 2014. –

- Режим доступу : <http://www.engineering.leeds.ac.uk/mechanical/undergraduate/degree-product-design/showcase/index.shtml>.
15. Team H2politO [Електронний ресурс] // Politecnico di Torino. – Режим доступу : www.polito.it/h2politO/.
 16. Squadra Corse [Електронний ресурс] // Politecnico di Torino. – Режим доступу : <http://squadracorse-polito.com/>.
 17. Team DIANA [Електронний ресурс] // Politecnico di Torino. – Режим доступу : <http://www.teamdiana.org/>.
 18. 2WheelsPoliTo Racing Team [Електронний ресурс] // Politecnico di Torino. – Режим доступу : <http://www.2wheelspolito.com/>.
 19. Geomatic [Електронний ресурс] // Politecnico di Torino. – Режим доступу : http://areeweb.polito.it/geomatics_lab/.
 20. Isaac Team [Електронний ресурс] // Politecnico di Torino. – Режим доступу : <http://www.isacrobot.it/>.
 21. IL PICO FARAD RACING TEAM [Електронний ресурс] // Politecnico di Torino. – Режим доступу : <http://areeweb.polito.it/ricerca/picofarad/>.
 22. Team Policumbent [Електронний ресурс] // Politecnico di Torino. – Режим доступу : <http://www.policumbent.it/>.
 23. CubeSat Team [Електронний ресурс] // Politecnico di Torino. – Режим доступу : <http://areeweb.polito.it/cubesat-team/>.
 24. ManoMotion [Електронний ресурс] // КТН. – Режим доступу : <http://manomotion.com/>.
 25. КТН Formula Student [Електронний ресурс] // КТН. – Режим доступу : <http://www.kthformulastudent.se/>.
 26. Formula Student Race Team [Електронний ресурс] // University of Leeds. – Режим доступу : <https://www.engineering.leeds.ac.uk/mechanical/undergraduate/formula-student-race-team.shtml>.

27. KTH Degree Project Portal [Електронний ресурс] // КТН. – Режим доступу : <http://www.kth.se/en/samverkan/exjobb/kth-exjobbportal-1.292786>.
28. Всеукраїнська студентська олімпіада з дисципліни «Програмування обробки на верстатах із ЧПК» [Електронний ресурс] / Сумський державний університет. – 2014. – Режим доступу : <http://cncolymp.sumdu.edu.ua/>.
29. Працевлаштовані випускники – індикатор якості освіти в СумДУ [Електронний ресурс] / Сумський державний університет. – 2013. – Режим доступу : <http://sumdu.edu.ua/ukr/news/3530-pratsevlashtovani-vipuskniki-indikator-yakosti-osviti-v-sumdu.html>.
30. Відділ практики та інтеграційних зв'язків з замовниками кадрів [Електронний ресурс] / Сумський державний університет. – 2012. – Режим доступу : <http://sumdu.edu.ua/ukr/academic/job-placement>.
31. Біржа праці СумДУ [Електронний ресурс] / Сумський державний університет. – 2009. – Режим доступу : <http://job.sumdu.edu.ua/>.
32. Innovative Team Building Activities [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу : <http://www.freshtracks.co.uk>.
33. Пойя Д. Как решать задачу: пособие для учителей / Д. Пойя. – М. : Учпедгиз, 1959. – 208 с.
34. Кагаров Е. Г. Метод проектов в трудовой школе / Е. Г. Кагаров. – Ленинград, 1926. – 88 с.
35. Кочетурова Н. Метод проектов в обучении языку: теория и практика [Электронный ресурс] / Н. Кочетурова – Режим доступа : <http://www.itlt.edu.nstu.ru/article4.php>.
36. Murcott S. D-Lab: Disseminating Innovations for the Common Good [Електронний ресурс] / S. Murcott // MIT OpenCourseWare. – 2007. – Режим доступу :

<http://ocw.mit.edu/courses/edgerton-center/ec-715-d-lab-disseminating-innovations-for-the-common-good-spring-2007/>.

37. Эсаулов А. Ф. Активизация учебно-познавательной деятельности студентов : науч.-метод. пособие / А. Ф. Эсаулов. – М. : Высш. школа, 1982. – 223 с.
38. Богоявленская Д. Б. Интеллектуальная активность как проблема творчества / Д. Б. Богоявленская. – Ростов : Изд-во Ростовского ун-та, 1983. – 176 с.
39. Борисов И. Мозговой штурм: спустите фантазию с поводка! [Электронный ресурс] / И. Борисов // Креативные технологии. – 2007. – Режим доступа : <http://voxfree.narod.ru/brainstorming.html>.
40. Математическое творчество [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.math.com.ua/articles/puankare.html>
41. Колесник В. Ресурсы по креативности [Электронный ресурс] / В. Колесник. – Режим доступа : <http://kolesnik.ru/creative-machines/>.
42. Гин А. Образование для новой эры [Электронный ресурс] / А. Гин // Лаборатория образовательных технологий. – Режим доступа : <http://www.trizway.com/>.
43. Майерс Д. Социальная психология / Д. Майерс. – СПб. : Питер, 1999.
44. Берн С. О структуре и динамике организации и группы / С. Берн. – Екатеринбург : ЛИТУР, 2002. – 320 с.
45. Как интересно объяснить школьную математику [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.snob.ru/selected/entry/28007?preview=print>
46. Innovating Pedagogy 2012 : Exploring new forms of teaching, learning and assessment, to guide educators and

- policy makers / M. Sharples, P. McAndrew, M. Weller et al. // The Open University, 2012. – 34 p.
47. Steven J. Frank. MITx's Online Circuit Design and Analysis Course [Електронний ресурс] / J. F. Steven. – Режим доступу : <http://spectrum.ieee.org>.
48. Как продавать образование в интернете. Интервью Елены Масловой (Eduson) с Дафной Коллер (Coursera) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.superalbum.ru>.
49. Wilson J. M. MIT and Harvard release working papers on open online courses [Електронний ресурс] / J. M. Wilson. – Режим доступу : <http://www.jackmwilson.com/>.
50. Сучасні тенденції у вищій інженерній освіті: європейський досвід та рекомендації для України: монографія / В. Кордас, А. Петренко, Е. МакКей та ін.; за заг. ред. В. Шатохи. – Дніпропетровськ: Дріант, 2014. – 116 с.
51. 530244-TEMPUS-1-2012-1-SE-TEMPUS-JPCR Modernizing higher engineering education in Georgia, Ukraine and Uzbekistan to meet the technology challenge [Електронний ресурс] // Official website of Tempus ENGITEC project. – 2013. – Режим доступу : <http://www.engi-tec.net/>.

**ДОДАТОК А.
ПРИКЛАД РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ УРОКУ
«ОСНОВИ ТЕХНІЧНОГО КРЕСЛЕННЯ»**

Назва уроку: Основи технічного креслення.

Мета уроку: подати інформацію та зацікавити слухачів вивченням технічного креслення як мови спілкування в інженерному середовищі.

Завдання уроку:

- дати загальну інформацію про сферу використання технічних креслень у техніці та в побуті;
- описати основні елементи і засоби технічних креслень;
- навчити елементарних практичних навичок з виконання технічних креслень.

Аудиторія: учні загальноосвітніх шкіл, середніх та вищих навчальних закладів I та II рівнів акредитації.

Тривалість уроку: 45 хв.

Перелік використаних джерел:

1. Стандарти ЄСКД.
2. www.wikipedia.org

Таблиця А.1

Порядок проведення уроку:

| Назва розділу | Слайд | Тривалість, хв |
|--|-------|----------------|
| 1. Вступ. Знайомство з викладачем | 1 | 2 |
| 2. Загальна інформація про сферу використання технічних креслень у техніці та у побуті | 2–8 | 5 |
| 3. Основи використання технічного креслення | 9–10 | 5 |
| 4. Гра «Картковий будинок» | 11 | 7 |
| 5. Гра «Що це?» | 12 | 12 |
| 6. Приклади складних креслень та 3D-моделей | 13–15 | 3 |
| 7. Основні елементи креслень | 16–18 | 6 |
| 8. Креслення та оригамі | 19 | 3 |
| 9. Підбиття підсумків | 20 | 2 |
| Разом | | 45 |

**ДОДАТОК Б.
ПРИКЛАД ПРЕЗЕНТАЦІЇ УРОКУ**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА «ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ, ВЕРСТАТИ ТА ІНСТРУМЕНТИ»



**«Основи технічного креслення.
Стандартизація інженерної графіки.
Основні елементи інженерної графіки –
лінія, дуга, точка. Типи ліній.
Приклади виконання інженерної графіки»**

Виконали :

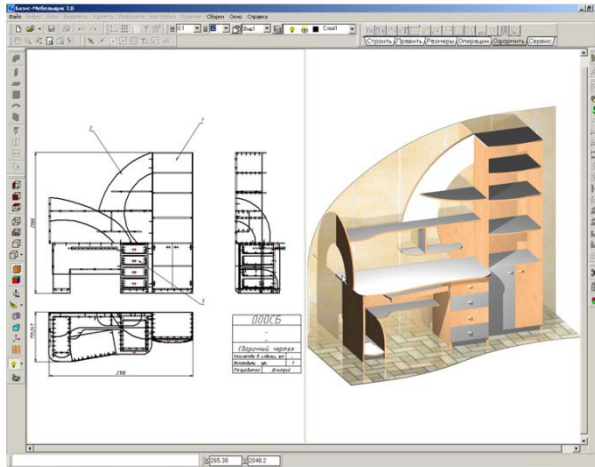
Срмоленко А.
Тур А.

Суми – 2014

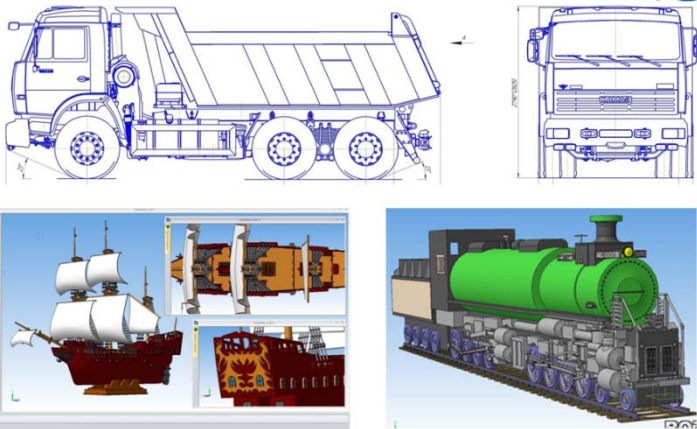
Мова інженерів – креслення



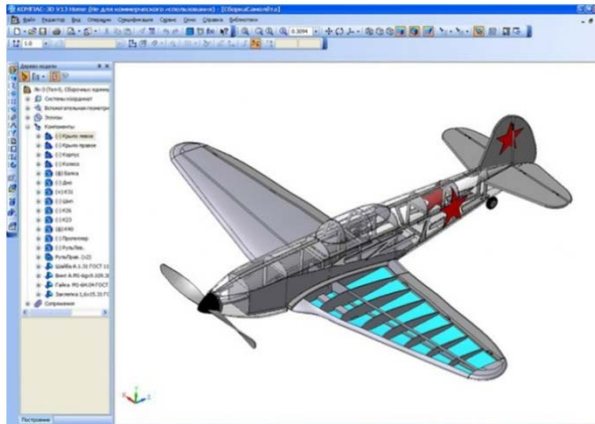
Мова інженерів – креслення



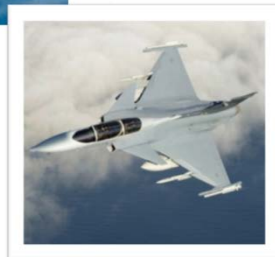
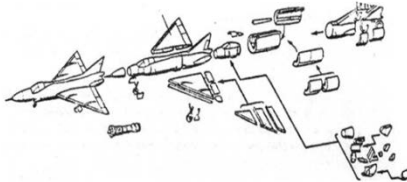
Мова інженерів – креслення



Мова інженерів – креслення



Скільки потрібно креслень, щоб спроектувати, а потім виготовити такий реактивний літак?



Роль креслень у житті і в сучасному виробництві неможливо переоцінити. Все або майже все, що винайдено людством – будівлі, засоби транспорту, одяг та взуття, телевізори і радіо та багато іншого, – створювалося за задалегідь розробленими кресленнями.



Креслення — це навчальний предмет, що містить відомості про виконання і читання креслень.

У наш час важко назвати галузь людської діяльності, яка б не потребувала уміння читати, тобто розуміти креслення, а в багатьох випадках і виконувати їх.

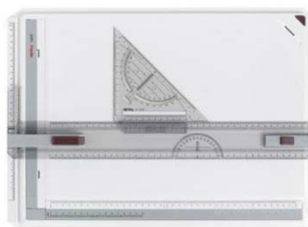
Виконують креслення за допомогою спеціальних креслярських інструментів за певними правилами.



Кульман



Лекало



Кульман та лінійка



Циркуль

Щоб креслення і схеми були зрозумілими всім, прийняті єдині правила їх виконання та оформлення. Ці правила встановлені державними стандартами «Єдина система конструкторської документації» (ЕСКД).

Картковий будинок



Гра «Що це?»



Об'єднуємося у дві команди:

1 – «Конструктори»

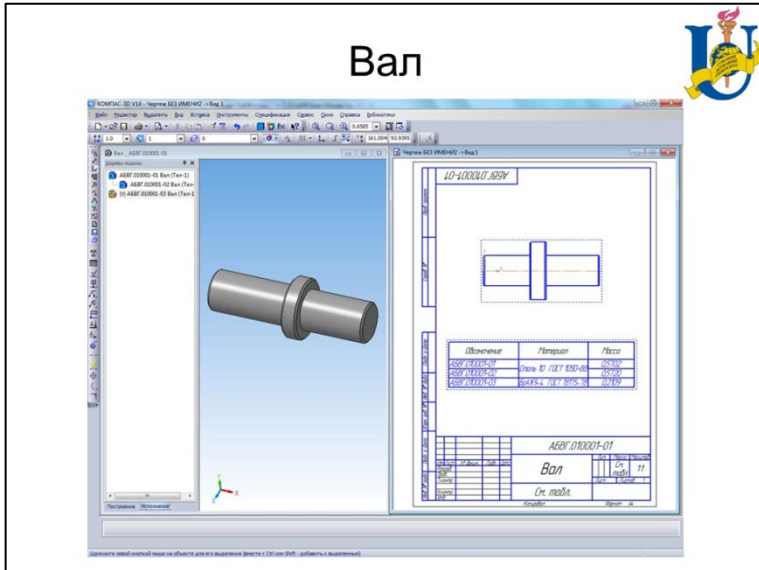
2 – «Майстри»

Креслять ескізи

Відгадують



Вал



Штрихпунктирна тонка лінія



Ця лінія ділить зображення на дві однакові частини. Вона складається з довгих тонких штрихів (довжина їх вибирається від 5 до 30 мм) і коротких штрихів (точок) між ними. Відстань між довгими штрихами від 3 до 5 мм. Товщина такої лінії – від $s/3$ до $s/2$

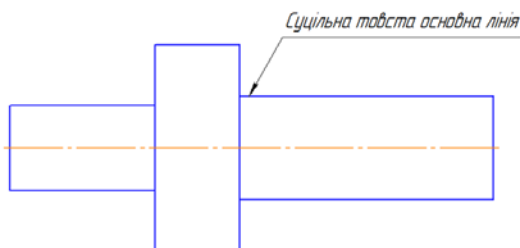
Штрихпунктирна тонка лінія



Суцільна товста основна лінія



Таку лінію застосовують для зображення видимих контурів предметів, рамки і граф основного напису креслення. Її товщину (s) вибирають в межах від 0,5 до 1,4 мм залежно від розміру та складності зображень, від формату креслення.

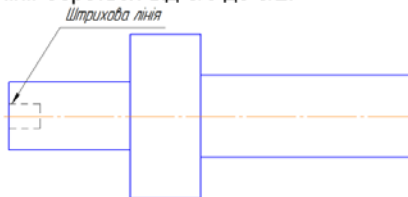


Штрихова лінія



Застосовується для зображення невидимих контурів предмета.

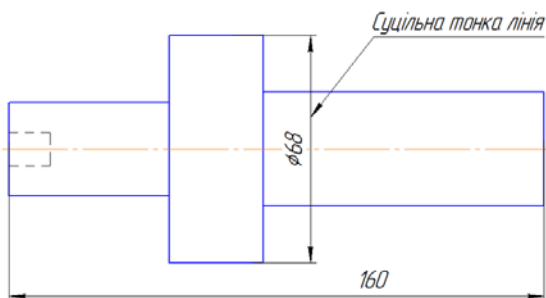
Штрихова лінія складається з окремих штрихів (рисок) приблизно однакової довжини. Довжину кожного штриха вибирають від 2 до 8 мм залежно від розміру зображення. Відстань між штрихами на лінії повинна бути від 1 до 2 мм, але приблизно однаковою на всьому кресленні. Товщина штрихової лінії береться від $s/3$ до $s/2$.



Суцільна тонка лінія



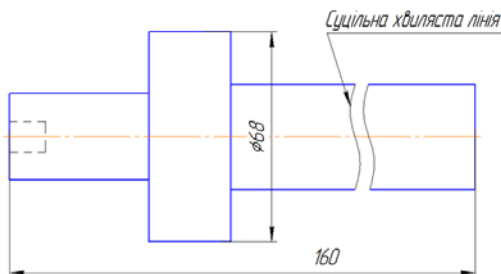
Використовується для проведення виносних і розмірних ліній (креслення містить не всі необхідні розміри).



Суцільна хвиляста лінія



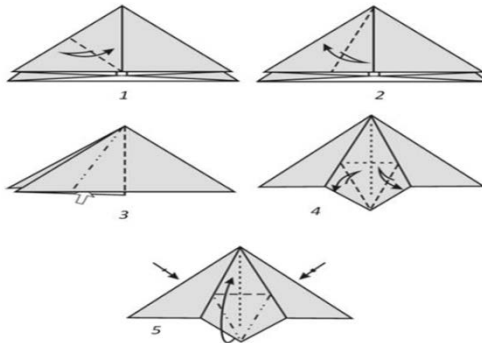
Її використовують в основному як лінію обриву у тих випадках, коли зображення подане на кресленні не повністю. Товщина такої лінії від $s/3$ до $s/2$.



Штрихпунктирна з двома крапками тонка лінія



Використовують під час побудови розгорток для позначення.



Дякуємо за увагу!
Підіб'ємо підсумки
уроку!



ДЛЯ НОТАТОК

Навчальне видання

**Іванов Віталій Олександрович,
Криворучко Дмитро Володимирович,
Купенко Олена Володимирівна**

Практико-орієнтовані технології в інженерній освіті

Навчальний посібник

Редактор С. М. Симоненко
Художнє оформлення обкладинки В. О. Іванова
Комп'ютерне верстання В. О. Іванова, Д. В. Криворучка,
О. В. Купенко

Підписано до друку 17.09.2015 р.
Формат 60х84/16. Ум. друк. арк. 8,14. Обл.-вид. арк. 3,92. Тираж 500 пр.

Видавництво «НТМТ».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців
ДК № 1748 від 15.04.2004 р.
просп. Леніна, б. 58, к. 106, м. Харків, 61072.
Тел. (057) 763-03-80, 763-03-87.
E-mail: ntmt@mail.ru.

Іванов Віталій Олександрович,

кандидат технічних наук, доцент,
міжнародний інженер-педагог ING-PAED IGIP,
доцент кафедри технології машинобудування,
верстатів та інструментів Сумського державного університету.
<https://www.linkedin.com/in/ivanovvitalii>

Криворучко Дмитро Володимирович,

доктор технічних наук, доцент,
професор кафедри технології машинобудування,
верстатів та інструментів Сумського державного університету.

Купенко Олена Володимирівна,

кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри філософії, політології та інноваційних соціальних
технологій Сумського державного університету.

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна
Тел.: +380542-331-024;
E-mail: info@teset.sumdu.edu.ua
<http://teset.sumdu.edu.ua/>

