

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

О. Л. Терьохіна
Є. Ю. Терьохіна

**ПРОЦЕС ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ У
ФОРМУВАННІ ТЕХНІЧНОГО МИСЛЕННЯ
МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ
МАШИНОБУДУВАННЯ**

Навчальний посібник

Запоріжжя ЗНТУ 2018

УДК 378.018,8:621(477)

Т 35

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Запорізького національного технічного університету
(Протокол №11 від 25.06.2018 р.)*

Колектив авторів:

Терьохіна О. Л. – розділ 2, 3

Терьохіна Є. Ю. – розділ 1

Рецензенти:

І. М. Ляхова – д-р пед. наук, професор, директор інституту здоров'я, спорту та туризму Класичного приватного університету

А. В. Святсьєв – д-р пед. наук, професор, зав. каф. Фізичного виховання і спорту Запорізького національного університету

Терьохіна О. Л.

Т 35 Процес фахової підготовки у формуванні технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування : навч. посібн. / О. Л. Терьохіна, Є. Ю. Терьохіна. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 248с.

ISBN 978-617-529-202-0

У посібнику розглянуто проблему формування технічного мислення у майбутніх бакалаврів машинобудування та здійснено теоретичне обґрунтування й експериментальну перевірку організаційно-педагогічних умов, що забезпечують її вирішення в процесі професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників.

Визначено зміст поняття «технічне мислення майбутніх бакалаврів машинобудування» як здатність використовувати комплекс інтелектуальних процесів (понятійне, образне, практичне, оперативно-алгоритмічне мислення та володіння мовою техніки) в їх поєднанні для усвідомлення суттєвих властивостей та відношень об'єктів професійно-технічної діяльності й ефективного і раціонального вирішення її завдань.

Обґрунтовано організаційно-педагогічні умови формування технічного мислення у бакалаврів машинобудування. Структурно-функціональна модель процесу формування технічного мислення визначає параметри організації цього процесу, ґрунтується на комплексному формуванні компонентів технічного мислення та реалізується в ході чотирьох етапів: мотиваційно-ціннісного, змістового, базового, професійно-діяльнісного та інтегративного аналітико-коригуючого.

Експериментально доведено ефективність структурно-функціональної моделі й розроблених організаційно-педагогічних умов формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування.

УДК 378.018,8:621(477)

ISBN 978-617-529-202-0

© Запорізький національний
технічний університет (ЗНТУ), 2018

© Терьохіна О. Л., 2018

© Терьохіна Є. Ю., 2018

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1	
НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО МИСЛЕННЯ У МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ МАШИНОБУДУВАННЯ.....	7
2.1 Організаційно-педагогічні умови формування технічного мислення у майбутніх бакалаврів машинобудування	7
2.2 Структурно-функціональна модель формування технічного мислення у майбутніх бакалаврів машинобудування	29
2.3 Алгоритмічний підхід до формування технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування	49
РОЗДІЛ 2	
ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО МИСЛЕННЯ ЯК ПРОБЛЕМА ТЕОРІЇ І МЕТОДИКИ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ.....	63
1.1 Генеза проблеми формування технічного мислення.....	63
1.2 Сутність і структура технічного мислення.....	76
1.3 Актуальні концептуальні підходи до формування технічного мислення у професійній освіті	98
РОЗДІЛ 3	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО МИСЛЕННЯ У МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ МАШИНОБУДУВАННЯ.....	117
3.1 Організація і проведення педагогічного експерименту з перевірки організаційно-педагогічних умов формування технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування	117
3.2 Результати експериментальної перевірки моделі формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування	146
ВИСНОВКИ.....	173
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	177
ДОДАТКИ.....	201

ВСТУП

Ключовою умовою конкурентоспроможності держави на світовій економічній та політичній арені є наявність у неї унікального ресурсу – інженерів-новаторів машинобудівної галузі, здатних знаходити нові оригінальні вирішення технічних завдань, поєднуючи при цьому творчість із практичним та комерційним розрахунком.

Аналіз діяльності видатних інженерів (І. Вишнеградський, А. Ейфель, С. Корольов, Б. Патон, Ф. Порше, Г. Форд, О. Шаргей (Ю. Кондратюк) та ін.) переконує, що основа її успішності – це особливий тип мислення, що характеризується багатовимірним розумінням технічної проблеми, здатністю виявляти й розв'язувати латентні фізичні суперечності, генеруючи при цьому ідеї, що нерідко виходять за рамки норм побутової логіки.

Дослідження з розвитку інженерії як галузі людської культури (В. Морозов, В. Нікітаєв, В. Ніколаєнко, З. Сазонова, Н. Чечьоткіна), методології інженерної діяльності (Г. Альтшулер, С. Василейський, Т. Кудрявцев, М. Шубас), психології творчого мислення (Е. де Боно, В. Моляко, К. Платонов) дозволили формалізувати феномен технічного мислення, визначивши зміст відповідного поняття як процес цілеспрямованого, опосередкованого та узагальненого відображення суб'єктом суттєвих властивостей та відношень об'єктів інженерної діяльності, результатом якого є ефективне і раціональне вирішення тієї чи іншої інженерної проблеми.

Нормативно-правова база (Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року (2013 р.), Закони України «Про вищу освіту» (2014 р.) та «Про наукову та науково-технічну діяльність» (2015 р.)), наукові праці провідних фахівців з теорії і методики професійної освіти (Є. Барбіна, С. Гончаренко, І. Зязюн, В. Луговий, С. Ніколаєнко, Т. Ничкало, С. Сисоєва, Т. Сущенко, О. Романовський та ін.) заклали надійні теоретико-методологічні основи модернізації вищої освіти України, її входження в європейський простір на засадах компетентнісного та особистісно орієнтованого навчання.

Формування у майбутніх бакалаврів машинобудування технічного мислення як необхідної умови оволодіння фаховими знаннями, уміннями і навичками, спеціальними компетентностями, є одним із ключових завдань вищого технічного навчального закладу (ВТНЗ). Вирішення цього завдання забезпечує здатність майбутніх інженерів-машинобудівників компетентно вирішувати широке коло професійних завдань в умовах динамічної зміни виробництва, сприяє їхній конкурентоспроможності на ринку праці.

Сьогодні фаховій підготовці бакалаврів машинобудування, розглянутій у контексті формування та розвитку технічного мислення, притаманна низка суперечностей, зокрема, між:

- орієнтацією навчальних планів ВТНЗ на репродуктивне набуття готових знань для реалізації наперед визначених виконавчих функцій та необхідністю створення умов для оволодіння майбутнім суб'єктом інженерної діяльності методологією технічної творчості, що забезпечать усвідомлене управління процесом генерування нових ідей;

- значним потенціалом самостійної та квазіпрофесійної навчальної діяльності бакалаврів машинобудування у формуванні здатності до технічного мислення та недостатньою методичною розробленістю педагогічного супроводу цієї діяльності у відповідному аспекті;

- традиційною однотипністю змісту навчальних технічних завдань, що не передбачає творчого підходу до їхнього вирішення та необхідністю забезпечення високого ступеня варіативності змісту та складності навчальних завдань із можливістю пошуку й реалізації бакалаврами власних творчих рішень.

Виділені суперечності дали змогу сформулювати проблему дослідження, яка полягає у виявленні й обґрунтуванні організаційно-педагогічних умов формування і розвитку технічного мислення у майбутніх бакалаврів машинобудування.

Підґрунтя для вирішення названих суперечностей закладено у вітчизняних наукових працях, присвячених теоретико-методологічним засадам підготовки інженерів

(М. Лазарєв, Р. Горбатюк, В. Манько, В. Олексенко, В. Петрук, О. Романовський, Н. Сасенко, Л. Тархан), в яких описано загальну структуру навчального процесу, обґрунтовано номенклатуру ключових компетенцій майбутнього інженера, що адекватна характеру й рівню складності технічних проблем, які потребують розв'язання в його професійній діяльності.

Різним аспектам, що мають відношення до формування технічного мислення майбутніх інженерів присвячені праці С. Алілуйко (концептуальні засади формування системного мислення у процесі навчання основ теорії технічних систем), М. Дубиніна (проблеми розвитку інженерного мислення студентів ВТНЗ), Д. Мустафіної, Д. Печерськова (особливості формування технічного мислення у ВТНЗ), Н. Підбуцької (педагогічні умови формування інтелекту та конфліктологічної культури майбутнього інженера – машинобудівника), К. Кирилашук (педагогічні умови формування технічного мислення студентів ВТНЗ у процесі навчання вищої математики), В. Нікітаєва (логіко-методологічний аналіз технічного мислення та інженерного знання), Д. Чернишова (педагогічні умови формування технічного мислення учнів технічного ліцею засобами інформатики).

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

Не применшуючи значущості наукового внеску названих вище авторів, зазначимо, що в існуючих дослідженнях не отримали належного висвітлення питання формування технічного мислення бакалаврів машинобудування.

РОЗДІЛ 1

НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО МИСЛЕННЯ У МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ МАШИНОБУДУВАННЯ

1.1 Організаційно-педагогічні умови формування технічного мислення у майбутніх бакалаврів машинобудування

В рамках особистісно орієнтованої освітньої парадигми формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування у нашому дослідженні ґрунтується на засадах компетентнісного та діяльнісного підходів. Це пов'язується з творчим осмисленням сучасних концепцій професійної підготовки майбутніх інженерів

Для більш успішного формування у майбутніх бакалаврів машинобудування технічного мислення нами було виявлено й теоретично обґрунтовано організаційно-педагогічні умови. У табл. 1.2 подано різні тлумачення цього феномену дослідниками [6; 55; 95; 76].

Узагальнивши наведені тлумачення та врахувавши їх особливості та специфіку професійної підготовки майбутніх інженерів машинобудування, зокрема аспекти формування у них технічного мислення, дамо таке визначення поняття «організаційно-педагогічних умови»: організаційно-педагогічні умови становлять сукупність можливостей, які сприяють ефективності професійної підготовки бакалаврів машинобудування, спрямовані на формування їхнього технічного мислення і визначають інтеграцію організаційних форм, методів і засобів цього формування у їх науково обґрунтованому поєднанні.

При визначенні поняття «організаційно-педагогічні умови» ми спиралися на характерні ознаки цього феномену, виділені у дослідженні А. Сивцевої [180]. Вона стверджує, що педагогічні умови розглядаються вченими:

Таблиця 1.1 – Тлумачення терміну «технічне мислення»

№ п/п	Прізвище дослідника	Визначення поняття «організаційно-педагогічні умови»	Характерні особливості поняття
1	В. Андрєєв	обставини процесу навчання, які є результатом цілеспрямованого відбору, конструювання і застосування елементів змісту, методів, а також організаційних форм навчання для досягнення певних дидактичних цілей	сукупність заходів педагогічного впливу та можливостей матеріально-просторового середовища
2	О. Козирєва	сукупність цілеспрямовано сконструйованих можливостей змісту, форм, методів цілісного педагогічного процесу (заходів впливу), що сприяють успішному вирішенню завдань педагогічного процесу	
3	А. Найн	сукупність об'єктивних можливостей змісту, форм, методів, засобів і матеріально-просторового середовища, направлених на вирішення поставлених завдань	
4	Н. Яковлева	сукупність об'єктивних можливостей педагогічного процесу	
5	А. Фріш	сукупність об'єктивних і суб'єктивних чинників, необхідних для забезпечення ефективного функціонування всіх компонентів виховної системи	
6	М. Зверєва, Н. Іпполітова	компонент педагогічної системи, який відображається в сукупності: а) внутрішніх елементів, що забезпечують розвиток особистісного аспекта суб'єктів освітнього процесу; б) зовнішніх елементів, (...) тобто компонентів педагогічної системи: змісту, організаційних форм, засобів навчання і характеру взаємин між учителем та учнями	педагогічні умови, пов'язані з конструюванням педагогічної системи, в якій вони постають одним з компонентів
7	Б. Купріянов С. Диніна	планомірна робота з уточнення закономірностей як стійких зв'язків освітнього процесу	забезпечує можливість перевірки результатів науково-педагогічного дослідження

– як сукупність цілеспрямовано сконструйованих можливостей змісту, форм і методів цілісного педагогічного процесу, які сприяють успішному вирішенню його завдань;

– як сукупність заходів впливу, що лежить в основі управління педагогічною системою в тій чи іншій ситуації; зазначені заходи характеризуються взаємопов'язаністю і взаимообумовленістю, яка повинна забезпечувати ефективність розв'язання поставлених освітніх завдань.

Основною функцією організаційно-педагогічних умов є організація заходів дії, які повинні забезпечувати цілеспрямоване, заплановане управління цілісного педагогічного процесу; сукупність організаційно-педагогічних умов підбирається з урахуванням структури процесу, що реалізується.

Отже, у нашому дослідженні організаційно-педагогічні умови – це цілеспрямовано створене освітнє середовище, у якому в тісній взаємодії представлена сукупність психологічних і педагогічних чинників, що дають змогу викладачу ефективно здійснювати діяльність, спрямовану на комплексне формування технічного мислення бакалаврів машинобудування.

Наявність соціального замовлення на підготовку компетентного інженера, що володіє професійною системою діяльності, зумовлює реалізацію такого комплексу організаційно-педагогічних умов формування технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників:

- упровадження у навчальний процес спеціальних змістових модулів, вивчення яких забезпечує мотиваційний, виховний, патріотичний аспекти усвідомлення історії професії, формування системи знань майбутнього інженера-машинобудівника про методологію інженерної діяльності та скерування його на вирішення конкретних технічних завдань;

- створення стимуляційного інтелектуально-творчого навчального середовища для формування технічного мислення студентів у процесі квазіпрофесійної діяльності;

- активізація навчально-пізнавальної, проблемно-пошукової, проектно-технологічної діяльності майбутніх інженерів-машинобудівників шляхом застосування методів активного навчання;

- орієнтація процесу професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників на комплексне формування технічного мислення на основі принципів комбінованого розв'язування системи завдань з технічним змістом та поступового підвищення їх складності.

Розглянемо зазначені організаційно-педагогічні умови більш детально.

1. *Упровадження у навчальний процес спеціальних змістових модулів, вивчення яких забезпечує мотиваційний, виховний, патріотичний аспекти усвідомлення історії професії, формування системи знань майбутнього інженера-машинобудівника про методологію інженерної діяльності та скерування його на вирішення конкретних технічних завдань.*

Загалом зміст професійної підготовки майбутнього інженера машинобудування за належної організації навчального процесу забезпечує формування технічного мислення цих фахівців, проте більш ефективним у цьому плані виявилось збагачення змісту такої підготовки при спеціальній організації змісту та вивчення таких дисциплін як «Вступ до спеціальності» (введення змістового модуля «Методологія технічного мислення») та «Історія інженерної думки» (модуль «Нестандартні інженерні рішення у галузі оброблення металів тиском»).

Розробка змістового модуля «Методологія технічного мислення» ґрунтувалася на науковому аналізі компонентів технічного мислення. Такий аналіз привів до розгляду поняття «стиль інженерного мислення». За визначенням І. Мамаєва, «Стиль мислення інженера полягає в доцільному, опосередкованому і узагальненому пізнанні суб'єктом суттєвих зв'язків і відношень між об'єктом і його елементами, у творчому створенні і прогнозуванні нових об'єктів та їх можливостей» [105, с. 52]. Дослідник інтерпретує стиль мислення як світогляд в його діяльній (методологічній) формі, як прояв світоглядних установок на практиці. Таким чином, характеристиками стилю інженерного мислення є:

- системність;
- методологічна нормативність;
- онтологічна регулятивність;

- історичність (відповідність сучасному рівню філософсько-методологічного пізнання, у змісті якого, звичайно, відображено і саме наукове знання) [105, с. 53].

Пошук методологічних засад формування у майбутніх бакалаврів машинобудування технічного мислення в рамках сучасних методологічних уявлень змусив, по-перше, звернутися до системи методологічних знань як основи розробки змісту даного змістового модуля [100] і, по-друге, виявив необхідність обов'язкового введення в систему знань майбутнього інженера машинобудування таких загальнонаукових категорій: «метод» – спосіб пізнання, дослідження явищ природи і суспільного життя. Це також сукупність прийомів чи операцій практичного або теоретичного освоєння дійсності, підпорядкованих вивченню конкретного завдання [187, том 4, 1973, с. 692.]; «модель» – така подумки уявлена або матеріально реалізована система, яка, відображаючи або відтворюючи існуючий або проєктований об'єкт дослідження, здатна заміщати його так, що її вивчення дає нам нову інформацію про цей об'єкт. Це відображення не є ізоморфним, тобто взаємно однозначним, проте воно зберігає суттєві зв'язки між елементами зовнішнього світу або первинної моделі – ця властивість забезпечує не тільки описовість, але й передбачуваність [253, с. 382]; «явище» – це зовнішня сторона речі, її різноманітні форми існування, даність суб'єкта, фрагмент фізичної реальності, об'єкт дослідження [187, том 11, 1980, с. 620.]. Встановлення закономірностей, що виявляються в явищі, та їх пояснення, можуть стати предметом вивчення явища, що вказує на існування функціональних відношень між явищем і законом у системі методологічних знань і на виділення ще одного важливого для формування технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування поняття – «закон». Базові уявлення методології технічного мислення інженера показують, що явище відіграє важливу роль. У контексті формування технічного мислення майбутнього бакалавра машинобудування воно розглядається як об'єкт інженерного дослідження – специфічного пізнавального процесу, тобто як фрагмент фізичної або «технічної» реальності. Категорія «явище» у філософському плані завжди розглядається у нерозривній єдності з категорією

«сутності», а у визначенні сутності акцент робиться на слові «зв'язок» [105, с. 54], тому в процесі формування технічного мислення майбутнього бакалавра машинобудування необхідно здійснювати рух від явища до сутності через формування зв'язків між фізичними або «технічними» явищами.

З точки зору методології діяльнісного підходу, «явище» може бути віднесене до предмета інженерної діяльності. Предмет, після перетворення інженером дійсності, стає продуктом діяльності (наприклад, новим технічним об'єктом – новим фрагментом «технічної» реальності).

Уявлення про «явище» як про предмет інженерної діяльності в цьому випадку вказує на необхідність встановлення функціональних зв'язків між «явищем» і тими елементами знань, які можуть народжувати методи перетворення інженером дійсності. Виявити ці методи можна в моделі розумових дій інженера-машинобудівника з вирішення інженерних завдань. При зіткненні з проблемою, з необхідністю перетворити поведінку або властивості об'єкта, інженер переводить у зовнішній план той варіант відношень, який на той момент найбільш повно і адекватно пов'язує досліджуване явище з постановкою проблеми:

- якщо для вирішення завдання достатньо врахування зв'язку між кількісними характеристиками об'єкта, то на перший план виступає відношення «явище-величина»;

- якщо для вирішення завдання достатньо врахування якісного модельного опису явища, то на перший план виступає відношення «явище-модель»;

- якщо для вирішення завдання достатньо врахування закономірності, характерної для даного явища, формалізованої в законі, то на перший план виступає відношення «явище-закон»;

- якщо для розв'язання завдання необхідно застосування методу дослідження (опису, пояснення, передбачення) явища, то на перший план виступає відношення «явище-метод».

Очевидно, такі відношення можуть виявлятися в різних поєднаннях, але при цьому на окремих елементарних ділянках розумової діяльності буде проявлятися одне із зазначених відношень.

Таким чином, методологічні засади формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування вказують на подвійний характер введення у зміст модуля «Методологія технічного мислення» розглянутих методологічних понять: з одного боку, вони становлять собою елементи змісту модуля, з іншого – їх вивчення сприяє формуванню всіх структурних компонентів технічного мислення. Особливе значення вивчення змістового модуля «Методологія технічного мислення» відіграє для формування таких компонентів технічного мислення, як понятійного та мови техніки. Адже мова техніки служить з'єднувальною ланкою між наукою і технікою. Методологи технічного знання стверджують, що мова науки є найважливішим засобом наукового пізнання, позаяк для нього характерними є визначеність використовуваних понять і термінів, прагнення до чіткості і однозначності тверджень, суворості логічності у викладі матеріалу [105]. Аналіз методологічних понять, які введені нами до змісту модуля «Методологія технічного мислення», показав, що більш глибоке вивчення цих понять може відбуватися під час вивчення дисципліни «Фізика», для якої вони є невід'ємними складовими її змісту. Мова фізики належить до мов науки і є однією з сполучних ланок між фізикою і технікою. У мові фізики одночасно відображаються і результати пізнання, і шляхи, якими їх можна отримати. Адже структура фізичної теорії містить *основу* (з основними поняттями і визначеннями), *ядро* (закони і фундаментальні константи) та *наслідки (виведення)* із законів ядра [166]. Засвоєна мова фізики стає оператором логічних дій, внутрішнім знаряддям психологічної діяльності майбутніх інженерів машинобудування, основою для формування мови техніки. Зміст цього модуля поданий у Додатку Б.

Отже, формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування повинно відбуватися у вигляді системи, методологічною основою якої є система методологічних знань інженера. До базових елементів системи методологічних знань інженера машинобудування необхідно віднести такі загальнонаукові категорії як «явище», «величина», «закон», «модель», «метод», тому у змісті модуля «Методологія

технічного мислення» має знайти відображення сукупність названих загальнонаукових категорій.

Уявлення про процес розв'язування інженерного завдання як про специфічний пізнавальний процес, об'єкт дослідження якого – явище, дають підстави для виділення «явища» як системоутворюючого елемента системи методологічних знань інженера машинобудування [105]. Крім цього, особливої значимості набуває понятійне відношення «явище-метод». Це свідчить, що в процесі вивчення змістового модуля «Методологія технічного мислення» категоріям «явище» та «метод» необхідно приділяти особливу увагу. Зокрема, на прикладі вивчення оброблення металів тиском чітко прослідковується відношення явища обробки металу тиском і множини методів цієї обробки: прокатка, волочіння, пресування, кування і штампування.

Дисципліна «Історія інженерної думки» (змістовий модуль «Нестандартні інженерні рішення у галузі оброблення металів тиском») покликаний створити основи для формування понятійного компонента технічного мислення майбутнього інженера машинобудування (Додаток В). В курсі розглядаються історичні аспекти технології обробки металів тиском (прокатка, кування, волочіння, пресування і та ін..) і створення обладнання для їх здійснення, та нестандартні інженерні рішення, які викликали суттєві зміни у машинобудуванні. Студенти, осмисливши минуле інженерії, співвіднівши його з її сьогодишнім станом, можуть глибше усвідомити розвиток інженерної справи, з'ясувати сутність змін, що відбуваються в її структурі та змісті в наші дні, передбачити її майбутнє та закономірності її розвитку. Даний змістовий модуль покликаний сприяти формуванню у майбутніх бакалаврів машинобудування загальної картини розвитку інженерної справи як цілісного, закономірного процесу, що протікає в органічному взаємозв'язку і взаємодії з історією суспільства, історією цивілізацій. Одним із завдань вивчення змістового модуля є формування у пам'яті майбутнього інженера машинобудування уявлення про те, що інженер – це не вузький технічний фахівець, його рішення та діяльність впливають на соціальне і природне середовище, на саму людину. Саме через усвідомлення історії своєї професії

майбутній інженер машинобудування може долучитися до найвищих досягнень людської культури в цій галузі, зрозуміти своє місце в сучасному світі. Історія інженерної діяльності відносно самостійна; її не можна звести ні до історії техніки, ні до історії науки.

Формування понятійного компонента технічного мислення ґрунтується на положеннях психологічної науки, до яких, насамперед, належить висновок Л. Виготського, зроблений з позицій культурно-історичної концепції. Згідно з нею, понятійне мислення, як соціальний феномен, не підкоряється законам вікового дозрівання. Його операторні одиниці – поняття – за своїм походженням є результатом тривалого процесу розвитку пізнання, концептуальним вираженням історично досягнутого людством знання, але не підсумком діяльності окремої людини. У конкретного індивіда, як зазначав Л. С. Виготський, поки і якщо він не освоює певну систему наукового знання, понятійне мислення не розвивається, тобто далеко не всі дорослі люди мають понятійне мислення [29].

Процес професійної підготовки майбутніх бакалаврів машинобудування становить собою струнку і складну систему, де багато понять, законів, формул, правил знаходяться в певних взаємозв'язках між собою. Вони організуються за принципом «понятійної піраміди», верхівку якої утворюють аксіоматичні положення, що трансформуються далі від більш загальних до окремих понять. По мірі оволодіння професійними знаннями у понятійному їх вираженні індивідуальний внутрішній досвід майбутнього бакалавра машинобудування перебудовується і організовується відповідно до системи об'єктивних відношень, які знаходять своє вираження у навчальних дисциплінах і міжпредметних зв'язках між ними, і відтворює її багатовимірну сітку вертикальних і горизонтальних зв'язків, як вказував Л. Виготський, де кожен елемент (поняття) закономірно пов'язаний з іншими [28]. Одержувані студентом професійні знання організуються в понятійні структури, і тим самим поступово розвивається понятійний компонент технічного мислення. (Додатку Б.)

Наше дослідження показало, що найважливішою частиною змісту цього модуля постає історія визначних інженерних пошуків та здобутків у поєднанні з історією видатних особистостей, які здійснювали ці пошуки та звершення. Вивчення діяльності таких непересічних особистостей, які, незважаючи на надзвичайно складні умови життя і роботи, домоглися видатних інженерних і наукових досягнень, має як мотиваційний, так і виховний, патріотичний аспекти.

2. Створення стимуляційного інтелектуально-творчого навчального середовища для формування технічного мислення студентів у процесі квазіпрофесійної діяльності.

Освітнє середовище – це система впливів та умов формування особистості, а також можливостей для її розвитку, які містяться в соціальному і просторово-предметному оточенні (В. Ясвін) [257, с.3].

Структуруючи освітнє середовище, Г. Ковальов до «сфери психологічного аналізу освітнього середовища» вводить такі компоненти [74]:

- фізичне оточення – архітектура навчального закладу, ступінь відкритості-закритості конструкцій внутрішньошкільного дизайну, розмір і просторова структура навчальних та інших приміщень, можливості їх просторової трансформації за необхідності і та ін.;

- людські чинники – просторова та соціальна щільність серед суб'єктів навчально-виховного процесу, ступінь скупченості (краудінгу) і його вплив на соціальну поведінку, особистісні особливості й успішність учнів, зміна персонального і міжособистісного простору залежно від умов конкретної шкільної організації, розподіл статусів і ролей, статево-вікові і національні особливості учнів і вчителів тощо;

- програма навчання – вона містить діяльнісну структуру, стиль викладання і характер соціально-психологічного контролю, кооперативні або ж конкурентні форми навчання, зміст навчання (традиційність, консерватизм, або гнучкість) і та ін.

Як зазначають Ю. Зубкова, Е. Хайрулліна та Л. Нікітіна, сучасне розуміння середовища ґрунтується на розумінні динаміки суспільного розвитку, нелінійності розвитку соціальних процесів,

і, як наслідок, середовищний підхід розглядається в контексті мінливих соціокультурних умов розвитку освіти в сучасному суспільстві [61]. Сучасне уявлення про освітнє середовище характеризує його як самоорганізуючу соціальну систему, що становить собою циклічно пов'язані підсистеми, де попередня створює умови для подальшого розвитку наступної, причому остання система в циклі підтримує першу. Таким чином, зберігаючи одна одну, підсистеми захищають весь цикл. Обґрунтування вибору підсистем середовища будується на підставі виділення тих сфер прояву активності сучасної людини, де трансформаційні процеси в сучасній культурі є більш значущими і де людина потребує підтримки у зв'язку із змінами в механізмах передачі соціокультурного досвіду. Викладач і студент теж розглядаються як автономні живі системи, які включаються в освітнє середовище. Викладач постає в ролі конструктора освітніх середовищ. Проект середовища розуміється як конструювання викладачем таких процесів у виділених підсистемах середовища, які призводять до прояву активності студентів. Подібне уявлення освітнього середовища передбачає пошук адекватних педагогічних способів управління даною системою, яка і є завданням середовищного підходу. Освітня практика в контексті розуміння освітнього середовища як складної соціальної системи означає процес і результат взаємодії людини з освітнім середовищем.

Таким чином, характерними рисами середовищного підходу до організації сучасного освітнього процесу є: безперервна взаємодія майбутнього бакалавра машинобудування з освітнім середовищем, який своєю поведінкою змінює і будує це середовище; цілісність, зв'язність і структурованість освітнього середовища як складної соціальної системи; ефективна освітня практика продуктивного способу включення студента в середовище.

У контексті нашого дослідження метою освітніх програм можна вважати створення такого середовища, яке сприяє ефективному формуванню технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування на основі розвитку і саморозвитку особистості. Саморозвиток особистості студента передбачає його активну позицію. На думку Т. Менг, активність студента

забезпечується зміною функції педагогів вищої школи: вони постають рівноправними учасниками процесу його особистісного розвитку. Цьому сприяють орієнтація педагогів на норми і цінності студента, прагнення майбутнього інженера машинобудування до ефективної педагогічної взаємодії, оволодіння засобами самовираження для підтримки інтересу і мотивації до навчальної діяльності [114].

Виходячи з вищевикладеного, проектування освітнього середовища підготовки сучасного інженера машинобудування потребує вирішення завдань: розробки системи заходів, спрямованих на поліпшення освітнього середовища студентів (клімату в освітньому закладі, умов навчання, стосунків з однолітками тощо); забезпечення оптимізації процесу адаптації студентів до майбутніх виробничих умов і подолання можливих труднощів їх адаптації.

Вплив освітнього середовища на ефективність формування технічного мислення майбутнього інженера машинобудування обґрунтовує використання методології середовищного підходу при проектуванні освітнього процесу.

Стимулююче середовище стосовно теми дослідження становить собою створені умови професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників, які зумовлюють зацікавленість студентів у виконанні широкого спектру завдань і заходів, які стимулюють формування їхнього технічного мислення.

Вибір стимулу, за яким необхідно, але не дуже хочеться діяти, вимагає спеціальних зусиль, які своєю чергою пов'язані зі свідомим подоланням альтернативних спонук. Одного лише розуміння того, як треба діяти, далеко не досить. Стимули потрібно шукати в переважаючій сфері потреб, спиратися на досягнутий рівень розвитку.

Зміст тієї чи іншої дисципліни, зазначеної в галузевому стандарті, дає змогу не просто формувати мінімум знань, а сприяє розвитку відповідних характеристик професійного і особистісного характеру всіх суб'єктів, що беруть участь в процесі підготовки інженерних кадрів різних рівнів, зокрема спрямованості особистості майбутнього інженера-машинобудівника. Цей психологічний

феномен становить сукупність стійких мотивів, які орієнтують його діяльність і відносно незалежні від наявних ситуацій[160, с. 359].

У процесі формування технічного мислення на різних етапах залежно від рівня сформованості у окремих студентів цього феномену формуються такі мотиви:

- моральні – бажання одержати хорошу оцінку, не засмучувати батьків, отримати похвалу, грамоти, заохочення;
- соціальні – відчуття обов'язку і відповідальності, бажання набути омріяну професію інженера-машинобудівника, можливість появи нових друзів, бажання участі в обговоренні доповідей на конференціях, зустрічі з науковцями;
- навчально-пізнавальні мотиви і мотиви самоосвіти – хочу більше знати і вміти, цікавий сам процес професійного навчання.

Основна роль спрямованості особистості належить усвідомленим мотивам. У зв'язку з цим професійна спрямованість студента характеризується його інженерними інтересами, нахилами, переконаннями, ідеалами, в яких відбивається його бачення виробничого процесу та уявлення про власне місце майбутнього інженера машинобудування в ньому.

Саморегуляція навчання у процесі професійної підготовки майбутнього інженера-машинобудівника може здійснюватися за наявності у студента усвідомленої готовності до її практичної реалізації. Готовність же виробляється у такому процесі професійної підготовки майбутнього інженера-машинобудівника, в основі якого лежить формування психологічної моделі способу передбачених для виконання дій. У нашому дослідженні в основі формування таких психологічних моделей є створення стимуляційного інтелектуально-творчого навчального середовища для формування технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників.

Велику роль у формуванні в студентів позитивної мотивації у процесі формування технічного мислення відіграє прийом стимулювання інтересів до виконання дослідницьких завдань: похвала, дописи про них в університетських ЗМІ, грамоти.

Критеріями сформованості внутрішньої мотивації є інтерес до інженерної діяльності, потреба до проведення науково-

технічних пошуків та експериментів, виявлення бажання самостійно конструювати і досліджувати.

3. Активізація навчально-пізнавальної, проблемно-пошукової, проектно-технологічної діяльності майбутніх інженерів-машинобудівників шляхом застосування методів активного навчання;

Активізація навчально-пізнавальної, проблемно-пошукової, проектно-технологічної діяльності майбутніх інженерів-машинобудівників відбувалася шляхом підготовки матеріально-технічного і науково-методичного забезпечення цієї діяльності. В ході педагогічного експерименту реалізацію цієї організаційно-педагогічної умови ми здійснювали шляхом застосування на заняттях з фахових дисциплін активних навчальних методів (евристичні, проблемні, пошукові, дослідницькі); інтерактивних навчальних методів («мозковий штурм», «дерево рішень», «велике коло», «синектика» тощо); методів проектування (метод фантазування, метод зразків, метод комбінування, метод фокальних об'єктів, метод створення образу ідеального об'єкта, основи теорії розв'язування винахідницьких задач).

Ця організаційно-педагогічна умова реалізувалася також шляхом забезпечення студентів ґрунтовною базою професійних знань та інтеграцією знань з різних галузей науки і виробництва.

У процесі формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування ми використовували такий дієвий засіб активізації їхньої навчально-пізнавальної діяльності як моделювання різних типових ситуацій, пов'язаних зі сферою майбутньої професійної діяльності. Наш досвід застосування таких ситуацій у навчальному процесі засвідчив, що найбільш дидактично значущими є квазіпрофесійні ситуації, у яких майбутні інженери машинобудування можуть використовувати вже наявні у них знання, вміння і компетенції.

Квазіпрофесійні ситуації, що використовувалися у процесі формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування, можна умовно розділити на такі групи:

- створення реальної професійно значущої ситуації з необхідністю вирішення певного пізнавального завдання;

- комп'ютеризоване моделювання професійно значущих ситуацій або демонстраційних експериментів з окремих тем;
- ситуаційні завдання на конструювання;
- застосування комп'ютерних програм, що розвивають технічне мислення майбутніх бакалаврів машинобудування в рамках майбутньої професійної діяльності;
- комп'ютерне тестування для визначення результатів засвоєння теоретичної бази дисципліни;
- поєднання названих варіантів.

Зазначимо, що значну питому вагу серед вказаних груп ситуацій займають ситуації, створення яких або їх вирішення пов'язане із застосуванням засобів комп'ютерного навчання та мультимедіа. Такий підхід був зумовлений тим, що фахова діяльність інженерів машинобудування все більше ґрунтується на застосуванні інформаційних технологій для вирішення повсякденних професійних завдань.

4. Орієнтація процесу професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників на комплексне формування технічного мислення на основі принципів комбінованого розв'язування системи завдань з технічним змістом та поступового підвищення їх складності.

Зміна форм, методів і засобів професійної підготовки майбутніх інженерів повинна вносити зміни і в зміст мислення студента. У зв'язку з цим розглянемо особливості технічного мислення, знання про особливості протікання якого має важливе значення під час конструювання навчального процесу, спрямованого на формування цього феномену у майбутніх інженерів-машинобудівників.

Одним з механізмів, що стимулюють інженерне мислення студентів, є інтелектуальні завдання. Вони розкривають і приводять у рух пізнавальні ресурси, формують дослідницьке мислення як важливий атрибут інженерної діяльності. Виникаючи на базі складних ситуацій, при розв'язанні значущих для людини проблем, інтелектуальне завдання своєрідно моделює процес дослідницького мислення, слугує дієвим засобом його формування і розвитку у студентів. Особливо перспективними в цьому відношенні є завдання, при виконанні

яких відбувається глибоке перетворення вихідного складу їх вимог, а також завдання з прихованим складом вихідних даних, оскільки вони не мають певної відповіді, тому студент може в міру своїх схильностей і здібностей заглиблюватися у вивчення поставленого питання. Творча реконструкція основних структурних компонентів завдання, введення їх у нові системи зв'язків активно сприяють формуванню технічного мислення.

Всі компоненти тісно взаємопов'язані між собою і несформованість будь-якого з них буде позначатися на успішності вирішення технічних завдань. Розвиток технічного мислення студентів відбувається при спеціальній організації вивчення таких дисциплін як «Вступ до спеціальності» (введення змістового модуля «Методологія інженерного мислення»), «Фізика» (послідовне формування умінь розв'язувати творчі завдання з конструктивним спрямуванням), «Історія інженерної думки» (модуль «Нестандартні інженерні рішення у галузі оброблення металів тиском»), за якої враховуються специфіка професійної діяльності інженерів-машинобудівників за рахунок включення у навчальний процес завдань з проектно-технологічним змістом. Такі завдання спрямовані на формування змістовного і функціонально-операційного компонентів технічного мислення.

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

Було поставлене завдання виявити загальні принципи розвитку технічного мислення, реалізація яких забезпечила б високий ступінь узагальненості технічних знань у майбутніх інженерів-машинобудівників і сформувала б у них спільні підходи до вирішення завдань певного класу. Таким чином, було важливо побудувати необхідну модель навчання.

Ця модель ґрунтувалася на трьох принципах, які визначали зміст і характер завдань, які застосовувалися для формування

технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування у процесі їх фахової підготовки.

Для навчальних дисциплін, у ході вивчення яких відбувалося акцентоване формування технічного мислення, необхідним було дотримання *першого принципу*: *система завдань повинна забезпечити комплексне формування всіх структурних складових технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування (мови техніки, понятійного, образного, практичного та оперативно-алгоритмічного компонентів)*.

Розглядаючи зміст і структуру системи технічних завдань та способи їх розв'язування, Т. Кудрявцев підкреслював, що «... найбільшу ефективність дає комбінований спосіб, при якому початкова ідея народжується на основі детального аналізу існуючої ситуації і, заломлюючись у схематичних уявленнях, корегується і видозмінюється в ході практичних дій. <...> Комбінований спосіб долає основні недоліки двох інших, пов'язаних з одностороннім переважанням теоретичних припущень і понятійного плану рішення або практичних дій і конкретно-дієвого плану рішення» [92, с. 8–9]. Отже, комбіноване розв'язування системи завдань з технічним змістом сприяє оволодінню майбутніми інженерами машинобудування низкою спеціальних операцій і умінь. Усі вони пов'язані з різними сторонами пошуково-аналітичної і комбінаторно-синтетичної діяльності. Такими є операції переосмислення об'єктів завдання, їх всебічного аналізу, розгляду з нових точок зору. З іншого боку, система завдань з технічним змістом повинна забезпечувати розвиток динамічних просторових уявлень, сутністю яких є вміння побачити рух окремих частин технічного пристрою. Тобто, йдеться і про формування образного компонента технічного мислення.

Виходячи з особливостей технічного завдання, як проблемного, і характеру його розв'язання, ми обрали загальним засобом розвитку технічного мислення проблемне навчання у поєднанні з інтегративним підходом до професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників.

До структури технічного мислення інженера-машинобудівника входять також понятійний і практичний компоненти, основна функція яких полягає у побудові певної моделі вирішення поставленої проблеми або завдання, під якою розуміється вміння поєднувати теорію з практикою. Можливість багатьох точок зору, вільне їх вираження, організація розуміння, рефлексії і критики – ось істотні умови формування цих компонентів технічного мислення.

Поєднання понятійного компонента технічного мислення з мовою техніки дає змогу встановити новизну у завданні, зіставити його з відомими класами завдань, аргументувати свої дії, аналізувати отримані результати і робити висновки. Формування цих компонентів технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників відбувається шляхом здійснення діяльності, пов'язаної з вирішенням студентами творчого, дослідницького завдання із заздалегідь невідомим розв'язком і передбачає наявність основних етапів, характерних для дослідження у науковій сфері: постановка проблеми, вивчення теорії з даної проблематики, підбір методик дослідження і практичне оволодіння ними, збір власного матеріалу, його аналіз і узагальнення, науковий коментар, власні висновки [106]. Такий ланцюжок є невід'ємною приналежністю науково-технічної діяльності, нормою її проведення.

Особливістю систем завдань, які використовувалися під час вивчення різних навчальних дисциплін з метою формування технічного мислення, було *поступове підвищення їх складності*, що становило *другий принцип* побудови і застосування системи завдань. У цьому плані ми використовували завдання з динамічним розвитком змісту.

Поряд із завданнями з розвитком змісту ефективними в плані формування компонентів технічного мислення виявилися проблемно-технічні завдання.

Основною особливістю формування понятійного компонента технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників в поєднанні з мовою техніки було те, що головною метою розв'язування майбутніми інженерами машинобудування проблемно-технічних завдань постав розвиток їх особистості, а

не отримання об'єктивно нового наукового результату. Якщо в науці головною метою є створення нових знань, то у нашому дослідженні з формування технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників мета дослідницької діяльності полягала у набутті студентами функціональних навичок дослідження як універсального способу освоєння дійсності, розвитку здатності до науково-технічної діяльності, активації особистісної позиції студента у процесі професійної підготовки на основі набуття суб'єктивно нових знань.

При розгляді особливостей технічного мислення можна виділити кілька тенденцій. Перша тенденція – виділення окремих ознак (або різних їх комбінацій), що характеризують виконання практичної діяльності: самостійність у складанні і розв'язанні практичних завдань, велика різноманітність вирішуваних завдань, творчий характер їх вирішення, виконання з розумінням функціональних залежностей між видимими і невидимими процесами і та ін.. Друга – пояснення особливостей технічного мислення запасом технічних знань і методом їх засвоєння (перш за все, наголошується значення знань з фізики, технічної механіки). Третя тенденція пов'язує основу технічного мислення з деякими загальними здібностями людини в їх вираженні, при вирішенні технічних завдань, як-от: багатство понять, здатність до комбінування, міркування, встановлення логічних зв'язків, зосередження уваги, до просторового перетворення об'єктів і ін. Мали місце й спроби пов'язати технічне мислення з властивостями особистості: наявністю технічних інтересів, значимістю технічного мислення для особистості, віковими особливостями особистості [142;141].

Таким чином, технічне мислення майбутнього інженера-машинобудівника становить собою складне системне утворення, що містить синтез образного компонента і мови техніки та синтез понятійного та практичного компонентів. Для розвитку образного компонента технічного мислення інженера необхідна культурологічна підготовка. У розвитку понятійного мислення головну роль відіграють фундаменталізація освіти, оволодіння базовими фундаментальними науками. Практичний компонент технічного мислення формується на основі вивчення базових

фундаментальних наук (фізика, математика тощо), типу практичного об'єкта і його технічної моделі, сформульованої в технічних науках.

Одним з механізмів, що стимулюють технічне мислення студентів, є проблемні завдання. Вони розкривають і приводять у рух пізнавальні ресурси, розвивають одночасно понятійний, практичний компоненти технічного мислення та мову техніки як важливі атрибути інженерної діяльності. Виникаючи на базі професійних ситуацій проблемне завдання своєрідно моделює процес технічного мислення, слугує дієвим засобом його формування і розвитку у студентів. Творча реконструкція основних структурних компонентів завдання, введення їх у нові системи зв'язків активно сприяють формуванню технічного мислення.

Будь-яке завдання має об'єктивну (предметну) і суб'єктивну (психологічну) структури. Об'єктивно завдання містить: 1) набір певних умов та 2) вимогу, якої потрібно досягти. З психологічної сторони, вимозі завдання відповідає суб'єктивно поставлена мета, а умовами є засоби її досягнення.

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

Розглянемо комплексне вирішення проблеми формування технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників на прикладі розв'язування проблемно-конструкторських завдань під час вивчення фізики. В основі цих завдань закладена вимога

сконструювати певний вимірювальний прилад. Як приклад розглянемо вивчення студентами розділу «Механіка», в межах якого ставиться завдання: сконструювати акселерометр – прилад для вимірювання прискорення. Це проблемне завдання, оскільки воно є широким і не містить вказівки на шляхи вирішення проблеми. Викладач повинен надати допомогу студентам, пояснивши, що необхідно згадати властивості інерціальних та неінерціальних систем відліку. В конструктивному плані прилад повинен в момент вимірювання реалізувати неінерціальну систему відліку і містити «чутливу масу», яка реагує на цю неінерціальність відхиленням від положення рівноваги. В неінерціальній системі відліку тіло, підвішене на мотузці, буде відхилятися від положення рівноваги на кут, пропорційний прискоренню, з яким рухається неінерціальна система відліку. Таким чином, студенти роблять висновок, що необхідно побудувати колісний візок з мачтою, до якої прикріплена металева кулька на мотузці зі шкалою, на якій відмічено кути відхилення. Залишається тільки проградуювати шкалу в одиницях прискорення, поставивши у відповідність до певного кута відхилення мотузки від положення рівноваги відповідне значення прискорення. Важливо, що такого типу завдання можуть бути завданнями з розвитком змісту і мати кілька варіантів розв'язання. Той же акселерометр можна сконструювати у вигляді «чутливої маси», підвішеної до пружини. Особлива роль таких завдань підкреслюється сферою застосування сконструйованого приладу. Якщо студенти дізнаються, що акселерометри застосовуються при випробуваннях та експлуатації кораблів, літаків, ракет, автомобілів тощо, а також як чутливий елемент автопілотів, гіровертикалей та ін., у них буде зовсім інша мотивація під час розв'язування цього проблемного завдання. Зокрема, їм можна також повідомити, що, в зв'язку з розвитком автоматизованих систем числового програмного керування верстатів, акселерометри використовуються для контролю стану різального інструменту, що дає змогу в онлайн-режимі проводити корекцію керування та, відповідно, контролювати точність обробки виробу.

Вирішення проблемної ситуації здійснюється в кілька етапів. Перший етап пов'язаний з її усвідомленням; на другому етапі відбувається аналіз умов, виділення того, що відомо, і того, що невідомо, в результаті проблема перетворюється в завдання; на третьому етапі окреслюється зона пошуку, виходячи з минулого досвіду суб'єкта; на четвертому етапі з'являються гіпотези як припущення про шляхи вирішення завдання; п'ятий етап становить собою реалізацію гіпотези; шостий – її перевірку, коли гіпотеза співвідноситься з вихідними умовами. Якщо перевірка підтверджує гіпотезу, це означає реалізацію рішення. Якщо ні, то процес вирішення продовжується знову і триває до тих пір, поки рішення не буде остаточно узгоджене з умовами завдання [106].

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

Автор пропонує моделювати реальні виробничі та науково-дослідні завдання машинобудівних підприємств, використовуючи програми Borland Delphi, Компас 3D, Вертикаль та ін.

Delphi 7 – раніше Borland Delphi і CodeGear Delphi, – інтегроване середовище розробки для Microsoft Windows на мові Delphi (раніше мав назву Object Pascal), створений спочатку фірмою Borland і на даний момент належить і розробляється Embarcadero Technologies. Embarcadero Delphi є частиною пакета Embarcadero RAD Studio і поставляється в чотирьох редакціях: Starter, Professional, Enterprise і Architect.

Для цього практичні, лабораторні завдання та курсові проекти необхідно виконувати у вигляді побудови моделей. Наприклад, моделювання 3D моделей виробів, моделювання технологічного процесу обробки виробів, моделювання досліджуваної області та ін.

Застосування при навчанні студентів прикладних інформаційних програм є значущим інструментом для набуття професійних компетентностей, компетенцій. Для

машинобудівних спеціальностей необхідно вивчати професійні програми Компас, Автопроект, Вертикаль. Компас служить для набуття проектно-конструкторських навичок, а Автопроект і Вертикаль – для розвитку професійних компетенцій з проектування технологічних процесів виготовлення виробів.

Так, вивчення і застосування програми «Компас 3D» (рис. 1.1) забезпечували у майбутніх бакалаврів машинобудування формування вміння працювати з новими інструментами, застосовуючи гібридне моделювання (поєднання твердотільного і поверхневого моделювання), оперативно створювати будь-які моделі, набувати досвіду проектування. У той же час, завдання, які ставилися та виконувалися у процесі застосування цієї програми студентами, сприяли формуванню всіх компонентів технічного мислення.

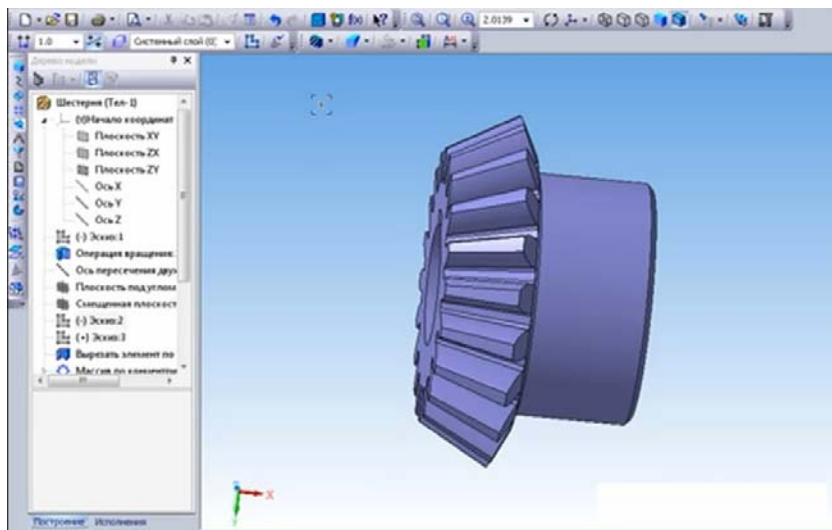


Рисунок 1.1 – Скрін-шот робочого вікна комп'ютерної програми

Таким чином, дотримання зазначених організаційно-педагогічних умов формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування сприяє комплексній реалізації компетентнісного і діяльнісного підходів до процесу

професійної підготовки цих фахівців і формуванню компетентного інженера машинобудування.

Виділені організаційно-педагогічні умови були реалізовані у рамках моделі, яка описувала процес формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, до розгляду якої ми і перейдемо.

1.2 Структурно-функціональна модель формування технічного мислення у майбутніх бакалаврів машинобудування

Сучасна інженерна освіта, що становить основу професійної підготовки майбутнього інженера машинобудування, традиційно ґрунтується на вивченні природничо-наукових і математичних знань, що забезпечує контроль над природним і штучним предметним оточенням. Що ж стосується закономірностей самої цілеспрямованої професійної діяльності, то вони вивчаються фрагментарно, а знайомство з технологічними процесами носить локально-професійний характер. Проте професійна підготовка, що не забезпечує можливості побудувати багатофункціональний алгоритм досягнення мети, призводить до неоптимальних інженерних рішень і обмеженості бачення інженерами машинобудування їх наслідків. Якщо в рамках професійної інженерної культури ціннісний акцент буде зміщено з абстрактного знання і пошуку рішень методом проб і помилок на комплексне формування технічного мислення, це стане передумовою серйозних і корисних змін в інженерній діяльності. Тоді на додаток до знання про закономірні зв'язки між технічними об'єктами оточення інженер машинобудування зуміє оцінити наслідки вжитих практичних кроків. Уміння будувати багатофункціональний алгоритм досягнення мети може бути сформоване спеціальним навчанням, забезпечуючи підвищення ефективності дій майбутнього інженера машинобудування, що допоможе мінімізувати негативні наслідки широкого використання технічних систем.

Важливим етапом вирішення проблеми формування технічного мислення у майбутніх бакалаврів машинобудування постала розробка структурно-функціональної моделі цього формування. Адже на думку багатьох сучасних вчених, саме моделювання є засобом пізнання і управління педагогічним процесом [10;116]. «Широке розповсюдження <...> моделювання в педагогічних дослідженнях, – наголошує В. Міхєєв, – пояснюється різноманіттям його гносеологічних функцій, що зумовлює вивчення педагогічних явищ і процесів на спеціальному об'єкті – моделі, яка є проміжною ланкою між суб'єктом – педагогом, дослідником і предметом дослідження, тобто певними властивостями і відношеннями між елементами навчально-виховного процесу» [119, с. 5].

У Філософському словнику вказується, що «модель – у методології науки – аналог певного фрагмента природної чи соціальної реальності; виступає в дослідженні як замітник або представник предмета, явища системи» [120]. Моделювання в довідковій літературі визначається як «штучно створений об'єкт у вигляді схеми, фізичних конструкцій, знакових форм або формул, який, залишаючись подібним до досліджуваного об'єкта (або явища), відображає і відтворює в більш спрощеному вигляді структуру, властивості, взаємозв'язки і відношення між елементами цього об'єкта» [45]. Моделювання – теоретичний метод дослідження процесів і станів за допомогою їх реальних (фізичних) або ідеальних, насамперед математичних моделей. У процесі наукового пізнання модель замінює оригінал: вивчення моделі дає інформацію про оригінал. Наявність відношення часткової подібності (гомоморфізм) дає змогу використовувати модель як замітник досліджуваної системи [46].

У загальному розумінні модель – це подумки представлена і матеріально реалізована система, яка відображає або відтворює об'єкт дослідження і здатна замінити його так, що її вивчення дає нам нову інформацію про цей об'єкт. У моделі відтворюються найбільш важливі компоненти, властивості, зв'язки досліджуваних систем і процесів, що дозволяє адекватно оцінювати, прогнозувати тенденції їх розвитку, а також ефективно управляти цим розвитком [45; 110].

Прийнято умовно підрозділяти моделі на три види: фізичні (мають природу, аналогічну з оригіналом); матеріально-математичні (їх фізична природа відрізняється від прототипу, але можливий математичний опис поведінки оригіналу); логіко-семіотичні (конструюються із спеціальних знаків, символів і структурних схем). Між названими типами моделей немає жорстких кордонів. Педагогічні моделі в основному входять у другу і третю групи перерахованих видів [110;119].

Метод моделювання передбачає побудову і вивчення моделей реально існуючих предметів і явищ та конструйованих об'єктів для визначення або поліпшення їх характеристик, раціоналізації способів їх побудови, управління ними і та ін.. Використання в дослідженнях моделей об'єктів пізнання лежить в основі методу педагогічного моделювання.

Розглянемо більш докладно, як різними дослідниками трактуються питання педагогічного моделювання.

На думку О. Дахіна «Модель в педагогіці – створена або вибрана дослідником система, що відтворює для мети пізнання характеристики (компоненти, елементи, властивості, відносини, параметри тощо) досліджуваного об'єкта і внаслідок цього перебуває з ним у такому відношенні заміщення і схожості, що її дослідження служить опосередкованим способом отримання знання про цей об'єкт і дає інформацію, що однозначно перетворюється в інформацію про об'єкт пізнання та передбачає експериментальну перевірку» [45].

Питання моделювання в педагогічних дослідженнях висвітлюються в роботах С. Архангельського, О. Дахіна, Ю. Конаржевського, В. Маслова, В. Міхєєва, В. Мізінцева та багатьох інших дослідників. У концептуальній побудові структурно-функціональної моделі формування технічного мислення у майбутніх бакалаврів машинобудування ми керувалися працями М. Бахтіна, В. Беспалька, А. Бутова, М. Кагана, Н. Киященко, Н. Лейзерова, Є. Романова, досягненнями психолого-педагогічної думки (В. Біблер, Л. Виготський, С. Рубінштейн, Б. Теплов).

У теоретичному обґрунтуванні побудови структурно-функціональної моделі формування технічного мислення у

майбутніх інженерів машинобудування в процесі їх фахової підготовки ми виходили із загальноприйнятого в педагогічній і філософській науках уявлення про педагогічні моделі як складні системи, що містять цілі, зміст, форми, методи і засоби, а також результати процесу цієї підготовки (Ю. Бабанський, В. Маслов, Л. Поздняк та ін.).

У процесі розробки структурно-функціональної моделі формування технічного мислення у майбутніх бакалаврів машинобудування ми орієнтувалися на два аспекти моделювання процесу професійної підготовки студентів:

- моделювання змісту, який повинні засвоїти майбутні інженери машинобудування;
- моделювання процесу засвоєння цього змісту.

Саме тому наша модель є структурно-функціональною: з одного боку, вона розкриває методологічні засади (загальні дидактичні принципи, спеціальні принципи, підходи, цілі і зміст професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників), з іншого боку, у ній розкриваються форми, методи і засоби формування технічного мислення, застосовані у процесі формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування.

Розглядаючи процес професійної підготовки майбутніх бакалаврів машинобудування як процес формування їхнього технічного мислення, ми під цим процесом розуміємо обґрунтовану, послідовну, поетапну зміну актів навчання, в ході якої вирішується комплексне завдання формування і розвитку компонентів технічного мислення, що в кінцевому результаті вирішує завдання розвитку особистості майбутнього бакалавра машинобудування та підготовки компетентного фахівця.

Модель процесу формування технічного мислення у цьому випадку становить собою певну послідовність блоків, структурно пов'язаних між собою спільною метою, розміщених не в реальному просторі, а в часі. У процесуальному плані ця модель має вхід у вигляді цільового блоку як уявлення про ідеальний результат функціонування моделі (високий рівень сформованості технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників), та

вихід – реальний результат формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування.

Головна якісна своєрідність процесу формування технічного мислення студентів технічного університету, що визначає закономірності побудованої моделі, полягає в тому, що цей процес постає як цілеорієнтована система. Тому, незважаючи на значну кількість взаємодій у такій складній системі, на наявність широкого спектра якісних характеристик суб'єктів цього процесу, можна змоделювати найважливіші види і способи педагогічних взаємодій, спрямовані на формування технічного мислення.

Природно, що нами при розробці складної багатокомпонентної моделі формування технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування застосовувалися такі методи пізнання як спостереження, аналогія, аналіз, синтез, абстрагування та ін.

Застосування кожного з цих методів несло певне смислове навантаження, а саме: метою використання спостереження було накопичення інформації про процес професійної підготовки майбутніх бакалаврів машинобудування; використання аналогій передбачало звернення до знань про моделі, які мають спільні корені з досліджуваною (моделі професійної підготовки фахівців, запропоновані у дослідженнях М. Мухіної, О. Кряжевої, Г. Райковської, С. Кирилашук та ін.), і перенесення їх на модель формування технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування, що розроблялась; використання методу абстрагування допомогло виділити головне, уявити процес формування технічного мислення у вигляді системи взаємопов'язаних компонентів; застосування аналізу та синтезу полягало у послідовному розкритті основних категорій моделі, визначенні поелементного складу кожного з виділених у ній компонентів та поєднання в системне ціле розрізнених її частин.

Під час побудови структурно-функціональної моделі формування технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування ми враховували, що процес професійної підготовки пов'язаний з досить складною і безперервною динамікою чергування детермінованих відрізків діяльності у вигляді вивчення комплексу навчальних дисциплін. З метою забезпечення формування всіх компонентів технічного мислення це формування

відбувається при спеціальній організації вивчення таких дисциплін як «Математика», «Інформатика», «Хімія», «Вступ до спеціальності» (введення змістового модуля «Методологія інженерного мислення»), «Фізика» (послідовне формування умінь розв'язувати творчі завдання з конструктивним спрямуванням), «Історія інженерної думки» (модуль «Нестандартні інженерні рішення у галузі оброблення металів тиском»), за якої враховуються специфіка професійної діяльності інженерів-машинобудівників за рахунок введення у навчальний процес завдань з проектно-технологічним змістом. Такі завдання спрямовані на формування основних компонентів технічного мислення.

Йдеться про постійне застосування у процесі формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування проблемно-технічних завдань, в яких студент повинен зробити вибір, залучити для вирішення завдання нові міркування, використовувати проблемні контексти, вийти за межі конкретної ситуації, поглянути на проблему з боку або з залученням інших аргументів, що виходять за межі конкретного завдання.

Процес формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування є безперервним динамічним процесом і системою організаційно-педагогічних умов, які залежать від комплексу чинників, що породжуються закономірностями науково-технічного розвитку технологічного суспільства.

Прогностичною метою такої підготовки є «сформованість технічного мислення», яка визначається як цілісна властивість особистості, що характеризує узгоджене функціонування компонентів технічного мислення та єдність знань, умінь, здібностей і навичок творчого проектування технічних систем у квазіпрофесійній та професійній діяльності майбутніх інженерів машинобудування.

«Сформованість технічного мислення» майбутнього бакалавра машинобудування як психічний феномен структурується динамічною взаємодією п'яти компонентів: володіння мовою техніки, понятійного, образного, практичного, оперативно-алгоритмічного компонентів в їх безперервному розвитку і має три якісно різних рівні, описаних з урахуванням предметного змісту когнітивних етапів досліджуваного процесу фахової підготовки

майбутніх інженерів машинобудування, адекватних структурі мети і реалізованих в комплексі названих вище дисциплін.

Основоположною ідеєю при моделюванні процесу формування технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування є підвищення ефективності процесу професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників згідно з реаліями та вимогами сучасного інформаційного суспільства.

Структурно-функціональна модель формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування має блокову структуру, основними складовими якої є методологічний, мотиваційно-цільовий, організаційно-діяльнісний, оцінно-результативний блоки (рис. 1.2).

До методологічного блоку входять концепція формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування, підходи і принципи, на яких ґрунтується це формування.

У концептуальному плані формування технічного мислення є частиною професійної підготовки майбутніх бакалаврів машинобудування; феномен технічного мислення становить собою інтегративне психологічне новоутворення особистості, що містить спеціальні предметно-професійні знання і вміння; особистісну спрямованість до технічно-конструкторської діяльності у галузі машинобудування. Формування технічного мислення вимагає спеціальної поетапної організації предметного навчання на засадах системно-діяльнісного, компетентнісного та контекстного підходів в умовах спеціально створеного стимулюючого інтелектуально-освітнього середовища, що враховує узагальнений характер технічного знання. Ядром вивчення системи дисциплін, що входять до інтелектуально-освітнього середовища, є проблемне завдання технічного змісту, розв'язання якого орієнтоване на формування певних компонентів технічного мислення.

При системно-діяльнісному підході до формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування системоутворюючим елементом навчального процесу є конкретні цілі, що реалізуються при вивченні конкретної дисципліни. В аспекті формування технічного мислення такими цілями є формування певних компонентів технічного мислення.

Організаційно-педагогічні умови формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування	<p>4. Орієнтація процесу професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників в на комплексне формування технічного мислення на основі принципів комбінованого розв'язування системи завдань з технічним змістом та поступового підвищення їх складнос</p> <p>3. Активізація навчально-пізнавальної, проблемно-пошукової, проектно-технологічної діяльності майбутніх інженерів-машинобудівників шляхом застосування методів активного навчання</p> <p>2. Створення стимуляційного інтелектуально-творчого навчального середовища для формування технічного мислення студентів у процесі квазіпрофесійної діяльності</p> <p>1. Упровадження у навчальний процес спеціальних змістових модулів, вивчення яких забезпечує мотиваційний та патріотичний аспекти усвідомлення історії професії, формування системи знань майбутнього інженера-машинобудівника про методологію інженерної діяльності та керування його на вирішення конкретних технічних завдан</p>	Методологічний блок			
	<p>Концепція Технічне мислення повинна формуватися на засадах компетентнісного та контекстного підходів в умовах інтелектуально-творчого навчального середовища</p>	<p>Підходи <i>Загальнонаукові:</i> системний, інтегративний. <i>Конкретно-наукові</i> особистісно-орієнтовані: діяльнісний, особистісно-орієнтований, компетентнісний, контекстний. <i>Конкретно-наукові</i> професійно-орієнтовані: компетентнісний, контекстний,</p>	<p>Принципи <i>Загальнопедагогічні:</i> науковості, системності, наступності та безперервності, співробітництва, індивідуального підходу, свідомості та творчої активності; <i>Специфічні:</i> інтерактивності, комбінованого використання різних форм, технологій навчання, комплексного використання різноманітних комп'ютерних засобів</p>		
	Мотиваційно-цільовий блок				
	<p>Мета сформованість належного рівня технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування</p>	<p>Вимоги: 1) модернізація процесу вивчення базових і професійно-орієнтованих дисциплін на основі контекстного, компетентнісного і діяльнісного підходів; 2) інтеграція взаємопов'язаних і взаємообумовлених компонентів технічного мислення;</p>	<p>Завдання: 1) формування потреби у розвитку технічного мислення; 2) створення і застосування інтелектуально-освітнього середовища; 3) формування компонентів технічного мислення</p>		
	Змістовий блок				
	<p>Нормативна та навчально-методична документація і засоби навчання, системи навчальних завдань, фонд оцінних засобів, методичні рекомендації з формування компонентів технічного мислення. Алгоритмічні приписи, пізнавальні проблемні завдання</p>	<p><i>Цикл природничо-наукової підготовки:</i> Фізика, хімія, інформатика, математика <i>Професійно-орієнтований блок:</i> Технологія машинобудування, теорія різання, технологічні методи виробництва заготовок, ріжучий інструмент, металургійні верстати та системи, проектування технологічної оснастки.</p>			
	Організаційно-діяльнісний блок				
		<p>Етапи</p> <p><i>I. Мотиваційний:</i> постановка цілей і завдань; формування ціннісних орієнтацій і мотивів; визначення специфіки і можливостей навчальних дисциплін</p> <p><i>II. Базовий:</i> формування знань, умінь, навичок шляхом вивчення фундаментальних дисциплін</p> <p><i>III. Професійно-діяльнісний</i> реалізація знань, умінь, навичок у навчально-пізнавальній та практичній діяльності</p> <p><i>IV. Аналітико-коригуючий аналіз і корекція</i></p>	<p>Форми лекції, практичні заняття, лабораторні заняття, виробнича практика</p> <p>самостійна та індивідуальна робота, виробнича практика,</p> <p>дистанційне навчання, соціальні мережі, кейс-технології</p>	<p>Методи інформаційно-рецептивний, репродуктивний</p> <p>проблемна лекція, проблемний виклад, частково-пошуковий;</p> <p>комплексне практичне завдання, дискусія, рольова гра</p>	<p>Засоби НМКД, комп'ютери, комп'ютерні програми; Проблемні навчальні завдання</p> <p>Web-технології, тести</p> <p>презентації, електронний записник, комплекс програм Microsoft Office 2010</p>
	Оцінно-результативний блок				
	<p>Мониторинг формування технічного мислення</p>	<p>рівні сформованості ТМ</p>	<p>критерії сформованості ТМ</p>	<p>Результат: середній або високий рівень сформованості ТМ майбутніх інженерів машинобудування</p>	

Рисунок 1.2 – Модель формування технічного мислення майбутнього інженера машинобудування

Спеціально створене стимулююче інтелектуально-освітнє середовище забезпечує навчально-пізнавальну активність майбутніх бакалаврів машинобудування, а діяльність з вирішення проблемних завдань з технічним змістом є основою, засобом і умовою формування технічного мислення.

У нашому дослідженні застосування системно-діяльнісного підходу в умовах компетентнісної парадигми освіти передбачало, що:

- кінцевою метою вивчення навчальної дисципліни є формування способів діяльності, що лежать в основі певного компонента (компонентів) технічного мислення;

- компонент технічного мислення може бути сформований лише в результаті спеціально організованої діяльності по вирішенню проблемних завдань технічного змісту;

- механізмом формування технічного мислення є не проста передача знань, а управління навчальною діяльністю студентів по оволодінню знаннями, вміннями та навичками.

Згідно з діяльнісним підходом до формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування моделювання цього процесу передбачає опис результату (сформованість технічного мислення), засоби його отримання (зміст, освітня програма, робочі навчальні програми, навчально-методичні комплекси дисциплін), вибір технології навчання на контекстній проблемно-діяльнісній основі.

Також особливе значення у нашому дослідженні відіграв компетентнісний підхід. Згідно з визначенням О. Лебедева, компетентнісний підхід – це сукупність загальних принципів визначення цілей освіти, відбору змісту освіти, організації освітнього процесу та оцінки освітніх результатів [98]. Розглянемо особливості застосування компетентнісного підходу до процесу професійної підготовки майбутніх бакалаврів машинобудування у аспекті формування їхнього технічного мислення.

Зміст формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування полягає в тому, щоб розвивати у студентів здатність самостійно приймати науково-технічні та

конструктивні рішення на основі отриманого під час навчання досвіду.

Змістом навчання стають дії та операції, що співвідносяться з компонентами технічного мислення.

Створюються умови для набуття майбутніми інженерами машинобудування досвіду самостійного вирішення науково-технічних та інженерно-конструкторських проблем.

Оцінка результатів навчання заснована на аналізі рівня сформованості компонентів технічного мислення та інтегральних показників сформованості технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування.

Компетентнісний підхід будується на необхідних компетентностях, якими повинен володіти майбутній інженер машинобудування. Тобто, згідно з компетентнісним підходом до професійної підготовки фахівців, ми акцентували увагу не на сумі засвоєної інформації, а на результатах формування технічного мислення, на здатності студента діяти в різних ситуаціях, пов'язаних з його інженерною діяльністю, зокрема, і в проблемних.

Якість опанування професійними компетентностями майбутніми інженерами машинобудування безпосередньо пов'язана з рівнем сформованості технічного мислення. Цей рівень оцінюється залежно від сфери діяльності та ступеня невизначеності ситуацій, у яких майбутній інженер машинобудування може діяти самостійно. Також він залежить від можливих способів діяльності, якими володіє майбутній інженер, і від уподобань у виборі одного з цих способів.

До складу методологічного блоку також входять принципи, які у нашому дослідженні поділялися на дві групи: загальнодидактичні та специфічні.

Групу загальнодидактичних принципів складають принципи науковості, системності, наступності та безперервності, співробітництва, індивідуального підходу, свідомості та творчої активності.

До групи специфічних принципів належать принципи інтерактивності, комбінованого використання різних форм, технологій навчання, комплексного використання різноманітних комп'ютерних засобів.

Мотиваційно-цільовий блок містить мету, вимоги та завдання процесу формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування.

Головною метою реалізації структурно-функціональної моделі є сформованість належного рівня технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, яка досягається дотриманням організаційно-педагогічних умов. Для досягнення мети необхідно забезпечити виконання таких вимог:

1) здійснити модернізацію процесу вивчення базових і професійно-орієнтованих дисциплін на основі контекстного, компетентнісного і системно-діяльнісного підходів;

2) забезпечити у процесі професійної підготовки майбутніх інженерів машинобудування інтеграцію взаємопов'язаних і взаємозумовлених компонентів технічного мислення: оперативно-алгоритмічного, понятійного, образного, практичного та мови техніки.

До складу мотиваційно-цільового блоку входять також і завдання:

1) формування потреби у розвитку технічного мислення;

2) створення і застосування інтелектуально-освітнього середовища;

3) формування компонентів технічного мислення.

До складу *змістового блоку* входить комплексне науково-методичне забезпечення освітнього процесу. Розроблене комплексне науково-методичне забезпечення структурно-функціональної моделі формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування представлено у вигляді системи нормативної та навчально-методичної документації і засобів навчання, системи навчальних завдань, фонду оцінних засобів, методичних рекомендацій з формування компонентів технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування. Розроблені і апробовані алгоритмічні приписи є одним з орієнтирів у визначенні цілей і завдань поетапної організації процесу професійно-особистісного становлення майбутніх бакалаврів машинобудування. Алгоритм застосування проблемних технічно орієнтованих завдань заснований на комбінованому

способі розв'язання і технології його реалізації через різні форми (навчальна / виробнича практика, курсове і дипломне проектування, колективно розподілена навчальна діяльність), що мають збалансований розподіл навчального часу і містять різні форми навчання (зокрема активні та інтерактивні).

Організаційно-діяльнісний блок містить етапи, форми, методи і засоби формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування.

Змістом *мотиваційного етапу* є постановка цілей і завдань; формування ціннісних орієнтацій і мотивів; визначення специфіки і можливостей навчальних дисциплін.

Під час констатувального експерименту, з метою виявлення у майбутніх інженерів машинобудування ставлення до отримання знань, наявності спрямованості на оволодіння професійними знаннями та формування професійно важливих особистісних якостей, була використана методика Т. Ільїної «Мотивація навчання у вищому навчальному закладі» [65]. Анкета містила 50 тверджень, які загалом відповідали таким трьом напрямкам опитування: мотивація отримання знань, мотивація оволодіння майбутньою професією та мотивація отримання диплома (додаток Ж). У опитуванні взяли участь 84 студенти першого курсу факультету машинобудування Запорізького національного технічного університету.

Результати анкетування засвідчили загалом переважання кількості майбутніх бакалаврів машинобудування, які мають низький і середній рівні мотивації навчальної діяльності по всіх шкалах методики «Мотивація навчання у вищому навчальному закладі». Наочно це демонструють діаграми по кожній шкалі мотивації, подані на рис. 1.3–1.5.

Слід зазначити, що більше половини студентів (51,2%) знаходяться на початковому та низькому рівнях сформованості мотивації отримання знань. Дуже незначна частка майбутніх інженерів машинобудування (всього лише 9,5%) має високий рівень мотивації знань, що свідчить про необхідність додаткових зусиль, необхідних для підвищення відсотка студентів, які досягли цього рівня мотивації.

Таблиця 1.2 – Результати дослідження мотивації навчальної діяльності майбутніх інженерів машинобудування (за методикою Т. Ільїної)

Мотиваційна шкала методики «Мотивація навчання у ВНЗ»	Рівні сформованості							
	початковий		низький		середній		високий	
	кількість студентів	у (%)	кількість студентів	у (%)	кількість студентів	у (%)	кількість студентів	у (%)
Мотивація отримання знань	8	9,5	35	41,7	33	39,3	8	9,5
Мотивація оволодіння майбутньою професією	12	14,3	25	29,8	32	38,1	15	17,8
Мотивація отримання диплома	7	8,3	25	29,8	34	40,5	18	21,4

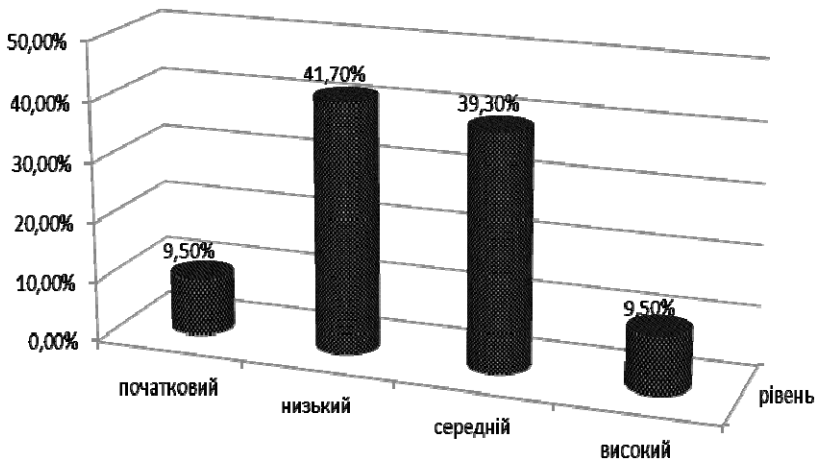


Рисунок 1.3 – Розподіл студентів за рівнями сформованості мотивації отримання знань (у %)

Загалом краща ситуація зі сформованістю мотивації оволодіння майбутньою професією, про що свідчить відсоток студентів, які досягли середнього і високого рівнів цього компонента мотивації – 55,9%. Наочно ситуація з цим компонентом мотивації навчальної діяльності майбутніх бакалаврів машинобудування подана на рис. 1.4.

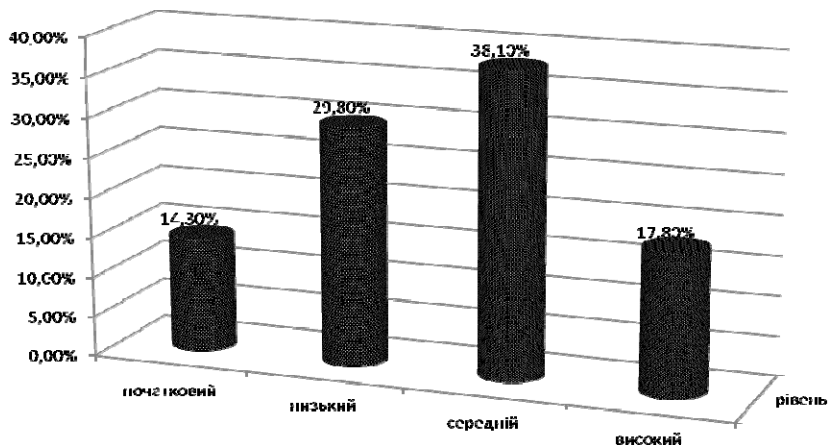


Рисунок 1.4 – Розподіл студентів за рівнями сформованості мотивації оволодіння майбутньою професією (у %)

Розподіл майбутніх інженерів машинобудування за рівнями сформованості мотивації отримання диплома свідчить про прагматичність їх значного відсотка: 61,9% студентів перебували на середньому та високому рівнях цього компоненту мотивації.

Загалом зазначені результати засвідчили необхідність спеціальних додаткових зусиль, необхідних для підвищення відсотка студентів із високим рівнем мотивації навчальної діяльності. Ці заходи передбачені у структурно-функціональній моделі формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування. Значна роль серед них відводиться вивченню дисципліни «Вступ до спеціальності».

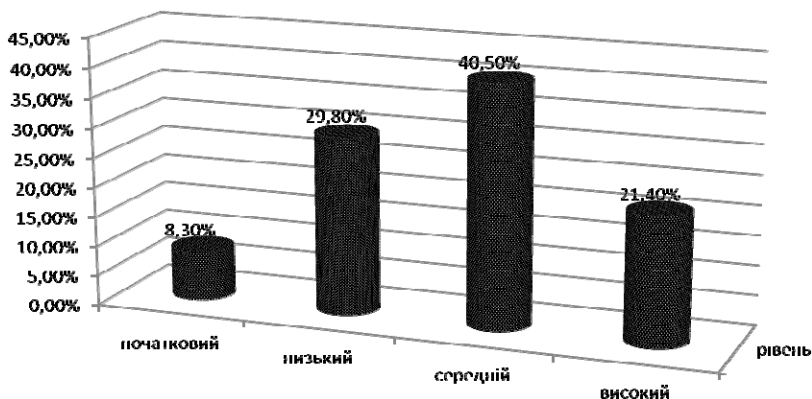


Рисунок 1.5 – Розподіл студентів за рівнями сформованості мотивації отримання диплома (у %)

Змістом *базового етапу* організаційно-діяльнісного блоку є формування компонентів технічного мислення шляхом вивчення фундаментальних дисциплін: фізики, хімії, математики, інформатики.

У процесі вивчення цих дисциплін особлива увага зверталася на формування понятійного, оперативно-алгоритмічного компонентів технічного мислення та мови техніки.

Під час навчання фізики понятійний компонент і мова техніки формувалися у процесі вивчення фізичних понять. Зокрема, викладач зазначав, що у процесі пізнання об'єкта застосовуються такі розумові дії, як абстракція, ідеалізація, узагальнення, порівняння, визначення. У результаті досягається узагальнена характеристика об'єкта, виражена в понятті. Окремі поняття та системи понять відображають дійсність. У понятті можуть бути відображені такі властивості предмета або явища, які можна представити у вигляді наочного образу і властивості. Поняття не є застиглими, «нерухомими», в них відображається процес поглиблення наших знань про дійсність. Прикладом наочних понять у фізиці можуть бути: електричний струм, планетарна модель атома; до понять, які неможливо уявити наочно, відносяться температура, ентропія, енергія та ін.

У процесі вивчення цієї дисципліни викладач показує, що під поняттям розуміють також системи знань, що становлять окремі фрагменти наукових теорій. Наприклад: класична механіка, спеціальна теорія відносності, молекулярно-кінетична теорія та ін. Студенти дізнаються, що поняття виражається у мовній формі, у вигляді окремих слів (атом, електрон, коливання та інші) або словосполучень (затухаючі коливання, абсолютна температура, абсолютно тверде тіло, електричний струм, ЕРС та інші). Поняття, які є фізичними величинами, визначаються математичним виразом (швидкість, прискорення, електроємність, індукція магнітного поля та інші). Але головне, що у процесі вивчення фізики вивчаються визначення понять, їх характеристики, взаємозв'язки, студенти навчаються оперувати поняттями та їх системами, застосовувати знання про поняття у процесі розв'язування задач.

Вивчаючи поняття електричний струм як впорядкований рух заряджених частинок; майбутні бакалаври машинобудування за допомогою викладача доходять висновку, що зміст поняття електричний струм – це сукупність його ознак, зокрема, що в зміст цього поняття входять частинка, заряд, рух, впорядкованість.

Процес формування понять передбачає аналіз поняття, його дефініцію та формулювання [221]. У фізиці при визначенні понять використовуються три основних методи формування понять: математичний (заснований на дедукції); емпірично-натурфілософський (індуктивний); гуманітарний (індивідуально-аналітичний).

В процесі навчання фізики широко використовувалися абстрагування та ідеалізація. З огляду на формування технічного мислення студентів ми дотримувалися думки, що необхідно, щоб майбутні інженери машинобудування засвоїли самі поняття «абстрагування» та «ідеалізація». Тільки після цього можливе розуміння ідеалізованих об'єктів: нерозтяжна нитка, абсолютно тверде тіло, ідеальний газ, абсолютно чорне тіло, ідеальна рідина та інші. Треба розуміти, що сам процес ідеалізації не є простим для студентів. У деяких випадках поєднані ідеалізація і реальні властивості об'єкта. Наприклад, тіло приймається абсолютно

твердим, не змінюється в результаті зовнішніх впливів, не враховується зміна розмірів, але розглядаються сили пружності, що виникають в результаті деформації. Така ж ситуація у завданнях з нерозтяжною ниткою. Ця умова є необхідною у завданнях технічного змісту, де розглядаються зв'язані тіла, щоб прийняти їх прискорення однаковим, і в той же час розглядаються сили натягу, прикладені до тіл з боку нитки, які виникають внаслідок пружної деформації нитки.

Ми згодні з М. Мухіною, яка у своєму дослідженні зазначає, що «математичні, фізичні, технічні поняття мають свої особливості. У технічних поняттях відбиваються системні характеристики технічних об'єктів, узагальнене знання, співвіднесене з призначенням об'єктів. Наприклад, «двигун» перетворить який-небудь вид енергії в механічну, «конденсатор» накопичує електричний заряд, «трансформатор» перетворить напругу і та ін.. У технічному понятті закладена суть технічних об'єктів, їх внутрішній зміст. Нерідко зустрічаються технічні поняття, що охоплюють системи технічних знань, наприклад, теорія механізмів і машин, теоретична механіка» [122, с.82]. Таким чином, вивчення фізичних і хімічних понять, з одного боку, сприяє формуванню понятійного компонента технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, з іншого боку, створює надійне підґрунтя для формування мови техніки як компонента технічного мислення.

Потужним засобом формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування виявилися завдання з науково-технічним змістом.

Т. Кудрявцев виділив чотири основні види завдань, класифікуючи їх відповідно до цілей діяльності за вирішенням конструкторсько-технічних завдань. Це завдання на моделювання, деконструювання, переконструювання і власне конструкторські завдання [92].

У кожній навчальній дисципліні базового та інших етапів формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування ми використовували саме такі види завдань.

Розглянемо цикл вирішення завдання з технічним змістом, який застосовувався нами у процесі формування технічного мислення студентів. Відповідно до структури технічного мислення у

контексті компетентнісного підходу до його формування у майбутніх бакалаврів машинобудування виокремлено такі етапи завершеного циклу вирішення завдання з технічним змістом: визначення завдання з технічним змістом і навчально-практичного завдання, розв'язання навчального й навчально-технічного завдання, вирішення завдання з технічним змістом загалом.

Розкриємо сутність навчально-пізнавальної діяльності студентів на цих стадіях циклу.

Змістом *стадії визначення завдання з технічним змістом й навчально-практичного завдання* є усвідомлення майбутніми інженерами машинобудування власних навчально-пізнавальних проблем (діяльнісних та знанневих). Результатом цього усвідомлення є визначення способів діяльності та необхідного арсеналу знань, потрібних для вирішення завдання з технічним змістом.

На *стадії розв'язання навчального й навчально-технічного завдання* майбутніми інженерами машинобудування проводиться аналіз технічної ситуації, усвідомлення навчально-пізнавальних потреб, їх синтез у вигляді навчального і навчально-технічного завдання. Результатом цих пізнавальних дій є встановлення невідповідності між раніше засвоєними способами діяльності та наявними умовами, закладеними у цьому завданні з технічним змістом. Майбутні бакалаври машинобудування формулюють проблему, що полягає у намаганні знайти новий спосіб вирішення завдання у символічній та знаковій формах. Розв'язання проблеми студентами відбувається за допомогою викладача шляхом послідовного підбору необхідних способів діяльності у вигляді певного алгоритмічного припису та визначення їх змісту.

На *завершальній стадії* майбутні інженери машинобудування застосовують набуті способи діяльності для вирішення завдання з технічним змістом.

Наприклад, студентам під час вивчення дисципліни «Технологія машинобудування» пропонується таке завдання: *Порівняйте переваги і недоліки дизельних і карбюраторних двигунів.*

Це завдання вимагає застосування знань в змінній, новій ситуації. Вирішення цього завдання можливе тільки при опорі на

сформовані базові знання, які були засвоєні студентами на попередньому занятті. Складність цього завдання полягає в тому, що відмінностей дизельних двигунів від карбюраторних досить багато, і майбутньому інженерові машинобудування необхідно виділити принципові параметри, стосовно яких порівняння буде коректним і змістовним. Для виконання цього завдання студентові необхідно здійснити аналіз і синтез, порівняння і узагальнення, зробити на основі цих розумових операцій дедуктивні висновки. Їх результатом постає висновок про доцільність порівняння за основними параметрами, що характеризують роботу двигуна: потужності, економічності, екологічності та ін.

Змістом *професійно-діяльнісного етапу* формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування є розвиток компонентів технічного мислення, сформованих на базовому етапі, шляхом формування знань, умінь, навичок у навчально-пізнавальній та практичній діяльності під час вивчення спектра професійно-орієнтованих дисциплін: «Технологія машинобудування», «Теорія різання», «Технологічні методи виробництва заготовок», «Ріжучий інструмент»; «Металорізальні верстати та системи», «Проектування технологічної оснастки». Застосовуються форми, методи і засоби контекстного навчання на засадах компетентнісного та діяльнісного підходів. Завдання технічного змісту знаходять свій розвиток шляхом залучення до їх вирішення поширених комп'ютерних програм типу Компас.

Оцінно-результативний блок виконує діагностичну функцію, у ньому зазначені критерії та показники сформованості технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, у процесі розробки та реалізації структурно-функціональної моделі формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування було зроблено висновок щодо необхідності уточнення змісту оперативного компонента технічного мислення. Це уточнення полягало у необхідності поєднання оперативності мислення зі здатністю у процесі вирішення інженерних завдань застосовувати алгоритмічні приписи різного рівня складності, які сприяли цій оперативності.

1.3 Алгоритмічний підхід до формування технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування

Професійну підготовку майбутніх фахівців машинобудівного профілю ми розглядаємо як процес формування конструкторсько-технологічних знань, умінь і навичок з основ і особливостей конструювання виробів, проектування технологічного процесу виготовлення деталей, інструментів і технологічного оснащення, а також складання програмних продуктів, застосовуваних при автоматизованому проектуванні технологічних процесів, виробів і розробці керуючих програм механічної обробки деталей. Цей процес нероздільно пов'язаний з процесом формування технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників.

Дослідження з розвитку інженерії як галузі людської культури (В. Морозов, В. Нікітаєв, В. Ніколаєнко, З. Сазонова, Н. Чечьоткіна), методології інженерної діяльності (Г. Альтшулер, С. Василейський, Т. Кудрявцев, М. Шубас), психології творчого мислення (Е. де Боно, В. Моляко, К. Платонов) дозволили формалізувати феномен технічного мислення, визначивши зміст відповідного поняття. Майбутній інженер-машинобудівник повинен мати знання високих технологій і високоефективних засобів технологічного оснащення автоматизованого машинобудування, основ сучасних систем автоматизованого проектування технологічних процесів та інформаційних технологій. У його арсеналі повинні бути вміння та навички розрахунку і конструювання виробів, металорізальних систем, технологічного оснащення, інструментів, розробки технологічного проектування виготовлення виробів і керуючих програм для верстатів з числовим управлінням із застосуванням методів автоматизованого проектування.

Технічне мислення інженера-машинобудівника постає як процес цілеспрямованого, опосередкованого та узагальненого відображення суб'єктом суттєвих властивостей та відношень об'єктів інженерної діяльності, результатом якого є ефективне і раціональне вирішення тієї чи іншої інженерної проблеми [92; 122].

В умовах інформаційного суспільства головним джерелом розвитку якого стануть інноваційні технології, все більш виразно проявляються особливості машинобудівного виробництва. Насамперед, до цих особливостей належать:

- нові технологічні методи обробки;
- випуск конкурентоспроможної продукції;
- модернізація та реконструкція діючих виробництв;
- орієнтація на мале енергоспоживання і низьку матеріаломісткість виробів;
- комплексна автоматизація виробництва;
- автоматизація робочих місць конструктора і технолога;
- створення єдиного інформаційного простору даних корпоративної продукції;
- перехід до маловідходних і безвідходних технологій.

Зазначені особливості машинобудівного виробництва висувають особливі вимоги до знань і вмінь майбутніх інженерів-машинобудівників. Професія машинобудівника охоплює практично всі галузі народного господарства: будівництво, заводи, шахти, військову справу, транспорт, авіацію.

Інженер повинен розробити, спланувати та організувати технологічний процес складання та обробки деталей для машини. Йому необхідно вибрати оптимальні умови проведення та управління технічним процесом за допомогою засобів автоматики. У його обов'язки також входить проектування технічного обладнання, машин, верстатів і механізмів шляхом необхідних розрахунків. Також він здійснює авторський нагляд за виконанням проектних рішень і, до всього іншого, займається розрахунками економічної ефективності рішень! Машинобудівникам потрібно володіти знаннями з гідравліки, механіки, термодинаміки, а також добре орієнтуватися в металургії. Більше того, вони повинні добре розуміти закони ринку. Таким чином, інженер-машинобудівник повинен мати високий рівень технічного мислення, що відповідає вимогам до його професійних якостей – таких як:

- відповідальність;
- організаторські здібності;
- предметно-дієве мислення з опорою на теоретичні знання.

- великий обсяг короткочасної і довготривалої пам'яті.

У зв'язку з цим, методичні особливості розробленої нами системи формування технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників ґрунтувалися на використанні алгоритмічних приписів різного рівня складності, реалізованих під час вивчення комплексу дисциплін: «Хімія», «Фізика», «Історія інженерної думки» (модуль «Нестандартні інженерні рішення у галузі оброблення металів тиском»), «Технологія машинобудування», «Теорія різання», «Технологічні методи виробництва заготовок», «Ріжучий інструмент», «Металорізальні верстати та системи», «Проектування технологічної оснастки».

При алгоритмізованому навчанні у змісті навчання виділяються навчальні алгоритми. Алгоритм, за Л. Ланда, є правилом, що передбачає послідовність елементарних дій (операцій), які через їх простоту однозначно розуміються, виконуються всіма.

Алгоритм – це система вказівок (приписів) про ці дії, про те, які з них і як треба виконувати [97].

Таким чином, алгоритмічний процес є системою дій з об'єктом. У нашій системі формування технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників алгоритми служать предметом засвоєння для студентів і засобом навчання, що показує, які дії і в якій послідовності необхідно виконати, щоб засвоїти нові знання. Однією з переваг алгоритмізації навчання є можливість формалізації цього процесу і його модельного подання, оскільки алгоритми становлять собою покрокову програму діяльності учіння і викладання [30; 57].

Важливою особливістю використовуваних алгоритмічних приписів був їх динамічний характер, коли при вивченні конкретних дисциплін вивчалися окремі приписи, що є частиною більш об'ємного алгоритмічного припису. Послідовне поєднання окремих алгоритмічних приписів у складну програму дій, у складний алгоритмічний припис більш високого рівня, відбувалося поступово, шляхом виконання спеціальних завдань конструкторсько-технологічного плану при вивченні

фундаментальних, професійно-орієнтованих дисциплін, а також при проведенні різних видів практик.

Насамперед зазначимо, що у процесі реалізації структурно-функціональної моделі формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування були реалізовані два шляхи навчання студентів способом вирішення конструктивно-технічних завдань, а саме: конкретно-алгоритмічний і узагальнено-алгоритмічний [92].

Конкретно-алгоритмічні приписи більше застосовувалися на базовому етапі процесу формування технічного мислення як під час розв'язування задач з фізики та хімії, так і під час вирішення конструкторсько-технічних завдань із застосуванням комп'ютера. Існує широкий клас комп'ютерних програм-конструкторів, використання яких ґрунтується на моделюванні різноманітних науково-технічних об'єктів. Для моделювання застосовуються віртуальні елементи, закладені в програмі. Властивості моделі ізоморфно відображають властивості реальних систем і об'єктів.

Наприклад, застосовуючи комп'ютерну модель «Конструктор електричних кіл» (комп'ютерна програма «Відкрита фізика 2, 5»), студенти виконували завдання як на складання відповідних електричних кіл та вивчення їх властивостей на віртуальній моделі, так і розв'язували задачі за допомогою цих моделей. Зазначимо, що застосування таких комп'ютерних моделей і програм ґрунтується саме на конкретних алгоритмічних приписах і безумовно сприяє формуванню понятійного, оперативного-алгоритмічного компонентів технічного мислення та мови техніки.

На рис. 1.6 зображено скрін-шоти двох комп'ютерних моделей «Конструктор електричних кіл» у процесі виконання майбутніми інженерами машинобудування завдання: *Скласти модель електричного кола постійного струму з джерелом живлення та застосувати його до розв'язування самостійно складеної задачі. Параметри даних задачі підібрати, використовуючи параметри елементів моделі.*

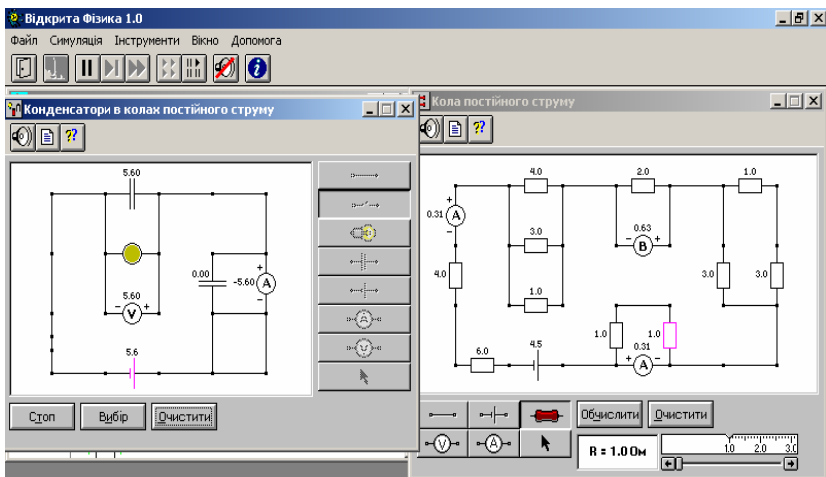


Рисунок 1.6 – Скрін-шоти двох комп'ютерних моделей «Конструктор електричних кіл» у процесі виконання завдання майбутніми інженерами машинобудування

Під час використання таких віртуальних конструкторів ми дотримувалися вимог, сформульованих у дослідженні Т. Кудрявцева:

- конструктори повинні створюватися в результаті аналізу основних типів технічних пристроїв, які застосовуються в різних областях техніки і виробництва;
- повинна бути досягнута оптимальна наближеність деталей, пристосувань та інструменту до дійсної техніки і виробництва;
- за допомогою конструкторів повинна формуватися система певних технічних знань і повинно розвиватися технічне мислення, бо робота з конструктором – не самоціль, а лише один із засобів досягнення зазначених завдань;
- у методичному відношенні завдання повинні бути побудовані таким чином, щоб забезпечити поступовий перехід від діяльності значною мірою виконавської до діяльності продуктивної, творчої;

•з метою формування спеціальних конструктивно-технічних умінь і здібностей необхідно прагнути до того, щоб у складі конструкторів була достатня кількість взаємозамінних деталей, оперування якими передбачало б переосмислення їх структурно-функціональних особливостей, можливість просторової перекомпановки тощо;

•бажано, щоб конструктори забезпечували вирішення великого комплексу навчальних завдань, зокрема, могли б служити як наочний посібник на звичайних уроках, були б застосовні для зняття розрахункових характеристик при лабораторних роботах і та ін.. [92, с. 14].

Дотримання цих основних вимог підвищує психологічну і педагогічну цінність навчальних конструкторів, а робота з ними сприяє засвоєнню майбутніми інженерами машинобудування системи технічних знань, формування їхнього творчого технічного мислення і конструктивно-технічних умінь та здібностей.

На відміну від конкретного, узагальнений алгоритм характеризується тим або іншим ступенем узагальненості самих приписів, що застосовуються до значної категорії об'єктів. Відмінність його полягає і в тому, що в структурі узагальненого алгоритму не міститься вказівок на кожен конкретну дію, проте визначається загальний напрям роботи, дотримуючись якого майбутньому бакалавру машинобудування необхідно самому виділити систему конкретних дій і операцій. Отже, узагальнений алгоритм або точніше – система узагальнених приписів алгоритмічного типу є деяка програма послідовно виконуваних дій, кожна з яких має певну визначеність, а вся система цих дій застосовна до вирішення значної категорії завдань. Кожен припис узагальненого алгоритму – це вказівка на загальні, основні, головні сторони діяльності, сукупність яких і характеризує її сутність. Застосування узагальненого алгоритму створює у студентів широку орієнтовну основу діяльності і дає змогу відшукати правильний шлях вирішення в кожній конкретній ситуації.

Розглянемо використання таких алгоритмічних приписів при вивченні окремих дисциплін у процесі професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників.

Під час вивченні таких фундаментальних дисциплін, як «Фізика» і «Хімія» алгоритмічні приписи, що становлять сукупність вказівок, можна використовувати для навчання методам мислення (методам розв'язування задач з фізики і хімії). Кожна вказівка повинна вимагати виконання певної дії. З точки зору ступеня узагальнення, алгоритмічні приписи для розв'язання задач з фізики і хімії можна поділити на загальні і часткові (вузькотематичні). Загальні алгоритмічні приписи складаються з вказівок, спрямованих на виконання більш загальних операцій, ніж часткові приписи. Наведемо, наприклад, вказівки щодо розв'язування кількісних задач з фізики:

1. Зрозуміти постановку питання задачі і створити задум рішення:

- а) проаналізувати вихідні дані і вимоги задачі;
- б) образно уявити фізичну ситуацію, описану в задачі.

2. Знайти певний спосіб вирішення:

- а) дослідити методiku застосування фізичних законів;
- б) скласти необхідні рівняння.

3. Визначити конкретне значення змінної:

- а) розв'язати рівняння в загальному вигляді;
- б) отримати числовий результат з урахуванням правил

наближених обчислень;

- в) проаналізувати отриману відповідь.

Більш частковий характер будуть мати алгоритмічні приписи з розв'язування кількісних задач з конкретної теми (наприклад, з теми «Рівновага сил»):

1. Коротко записати умову задачі і подати всі величини в одній системі одиниць;

2. Зробити креслення, вказати сили, що діють на тіло (реакції зв'язку, зовнішні сили, сили тертя й ін.); саме тіло, що перебуває в рівновазі, зобразити на малюнку окремо від зв'язків;

3. Скласти рівняння моментів, якщо тіло має нерухому відносно деякої точки вісь обертання. Зручно вибрати ту точку,

через яку проходить більше сил, тоді їх моменти будуть рівні нулю і рівняння вийде більш простим;

4. Вибрати систему координат і спроекувати вектори сил, діючих на тіло, якщо вісь обертання не задана умовою задачі. Скласти два рівняння рівноваги плоскої системи в проекціях;

5. Розв'язати отриману систему рівнянь;

6. Знайти числове значення шуканої величини;

7. Перевірити правильність найменувань і реальність чисельної відповіді.

Щоб ефективно програмувати навчання методам розумової діяльності при вирішенні завдань з фізики і хімії, необхідно знати ті розумові операції, які приводять до розв'язання завдання. Дослідженнями доведено, що процес розв'язування таких задач зводиться до знаходження відповідних закономірностей (законів), що лежать в основі явищ, про які йдеться в задачі, і застосування цих законів до конкретної ситуації. Умова задачі завжди містить вказівки на те, які закони необхідно застосувати для її вирішення. Цими вказівками є терміни і стоять за ними поняття, що містяться в умові задачі і вказують на певні явища. Ці терміни і поняття називають компонентами умови задачі або просто компонентами задачі. Компонентами фізичної задачі є вид об'єкта, вид процесу, фізичні величини, математичне вираження певного типу об'єктивного зв'язку між фізичними явищами і та ін.

Терміни та відповідні їм поняття, що вживаються в законах хімії і фізики для характеристики хімічних і фізичних явищ, називають компонентами законів. Наприклад: «Об'єм даної маси газу при постійному тиску прямо пропорційний абсолютній температурі».

У цьому законі є такі компоненти:

– постійна маса газу – вид об'єкта;

– зміна обсягу газу при постійному тиску – вид процесу;

– температура, об'єм – фізичні величини;

– пряма пропорційність – математичне вираження залежності між фізичними величинами.

Для розв'язування задач динаміки в курсі фізики доцільно виконати таку послідовність дій:

1. Зобразити сили, що діють на кожне тіло в інерціальній системі відліку;

2. Записати для кожного тіла другий закон Ньютона у векторній формі;

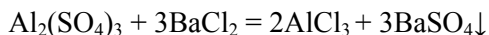
3. Вибрати координатні осі. Якщо заздалегідь відомо напрям прискорення, то доцільно направити одну з осей вздовж прискорення, а другу перпендикулярно йому;

4. Проектуючи другий закон Ньютона на координатні осі, отримати систему рівнянь для знаходження невідомих величин;

5. Розв'язати отриману систему рівнянь, використовуючи аналітичні вирази для усіх сил та додаткові умови.

Розглянемо завдання з курсу хімії, виконання якого засноване на алгоритмічному приписі складання іонних рівнянь.

1. Напишіть рівняння реакції в молекулярному вигляді. При необхідності вкажіть стрілками випадання осаду або виділення газу.



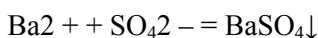
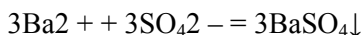
2. Запишіть дисоціацію речовин на іони із зазначенням їх кількості і зарядів.



3. Підкресліть іони, що зустрічаються в лівій і правій частині рівняння (вони в реакції участі не взяли). Ці іони скорочуються.



4. Запишіть скорочене іонне рівняння,



5. Сформулюйте висновок про протікання реакції на основі скороченого іонного рівняння.

В реакції взяли участь катіон барію та сульфат-аніон з утворенням осаду сульфату барію.

Більш узагальнений алгоритмічний припис студенти використовують, виконуючи завдання з конструювання деталі під час вивчення інтегративної дисципліни «Технологія машинобудування», при цьому вони використовують часткові алгоритмічні приписи, засвоєні в процесі вивчення дисциплін «Теорія різання», «Технологічні методи виробництва заготовок», «Ріжучий інструмент»; «Металорізальні верстати та системи», «Проектування технологічної оснастки».

Цей алгоритмічний припис містить такі кроки та операції:

1. Визначення призначення і конструкції деталі;
2. Аналіз технологічності конструкції деталі.

Технічними особливостями виготовлення спроектованої деталі є націленість цього процесу на найменші трудові й матеріальні витрати. Скорочення цих витрат визначається оптимальністю процесу виготовлення деталі, досконалістю задіяних механізмів і машин, наявністю автоматизації виробництва та режимами виготовлення деталі;

3. Визначення типу і форми організації виробництва.

Характер технологічних процесів та їх побудова повною мірою залежать від типу виробництва і відповідної йому форми організації праці. Тому перед початком технологічного проектування встановлюють тип виробництва – одиничне, серійне чи масове. Тип виробництва майбутні інженери машинобудівного профілю визначають за номенклатурою і обсягами випуску виробів, їх масою та габаритними розмірами, а також за іншими характерними ознаками [215];

4. Вибір конструкції та способу отримання заготовки.

Заготовка – предмет виробництва, з якого зміною форми, розмірів, шорсткості поверхонь і властивостей матеріалу виготовляють деталь. Студенти знають, що вибір заготовки встановлює раціональну форму, спосіб отримання, розміри і допуски на виготовлення, припуски, які прописуються для оброблюваних поверхонь, нарешті, перелік інших технічних

вимог, на підставі яких майбутній інженер машинобудування має можливість розробити поопераційний процес виготовлення деталі. Необхідно врахувати проєктовану металоємність процесу виготовлення деталі (вона повинна бути оптимальною), а також необхідну її жорсткість.

5. Вибір способів обробки поверхонь та призначення технологічних баз.

Студенти враховують, що вибір способів обробки поверхонь залежить від значної кількості чинників, частина з яких є визначальною, тоді як інша частина є несуттєвою. Для майбутнього бакалавра машинобудування важливо виділити саме суттєві чинники, до яких часто відносяться маса і розміри деталі, механічні і електро-фізичні властивості матеріалу, його стійкість до певних кліматичних умов експлуатації та багато інших. Крім зазначених чинників, які характеризують власне об'єктні властивості самої деталі, до визначальних чинників відносять і спосіб виробництва деталі, його рентабельність та економічність.

6. Побудова технологічного маршруту.

Маршрут – це послідовність (порядок) обробки. Орієнтуючись на завершальний і первинний методи обробки, студенти встановлюють проміжні операції, дотримуючись такого правила: кожен наступний спосіб обробки має бути точнішим за попередній. Технологічний допуск на проміжний розмір і якість поверхні, отримані на попередньому етапі обробки, повинні перебувати в межах, у яких можна використовувати намічений подальший метод обробки. Зі значної кількості можливих варіантів майбутні інженери-механіки вибирають маршрут, що забезпечує найменшу трудомісткість і мінімальну сумарну собівартість обробки [215];

7. Проектування технологічної операції.

Технологічна операція – це закінчена частина технологічного процесу, виконувана на одному робочому місці. Зміст операції часто визначається кількістю переходів, які можуть бути виконані на вибраному типі верстата, при цьому, згідно з алгоритмічним приписом, майбутні інженери-машинобудівники прагнуть домогтися скорочення трудомісткості, підвищення

продуктивності і економічності. Проектування операцій студенти завершують розробкою схеми контролю і вибором необхідних контрольно-вимірювальних засобів; кожна технологічна операція повинна виконуватися з дотриманням спеціально складеної чи затвердженої раніше інструкції з охорони праці [215].

Потужним засобом формування оперативного алгоритмічного мислення є виконання завдань на створення 3D моделей деталей за допомогою дієвої комп'ютерної програми «Компас».

Проілюструємо цей висновок на прикладі алгоритмічного припису створення 3D моделі найпростішої деталі «Вилка».

Він має такий вигляд:

1. Створення файлу деталі.
2. Визначення властивостей деталі.
3. Збереження файлу моделі.
4. Створення підстави деталі. Прив'язки.
5. Додавання матеріалу до основи.
6. Створення правого вушка.
7. Додавання бобишки.
8. Додавання наскрізного отвору.
9. Створення дзеркального масиву.
10. Додавання округлень.
11. Зміна відображення моделі.
12. Закруглення ребер підстави.
13. Обертання моделі мишею.
14. Створення конструктивної площини.
15. Видавлювання до найближчої поверхні.
16. Використання характерних точок.
17. Додавання глухого отвору.
18. Використання змінних та виразів.
19. Створення масиву по концентричній сітці.
20. Створення канавки.
21. Додавання фасок.
22. Створення масиву канавок.
23. Округлення по дотичним ребрах.
24. Розрахунок МЦХ деталі.

Виконавши цю послідовність дій, отримуємо на робочому столі програми зображення деталі (рис.1.7) з супровідним пакетом креслень.

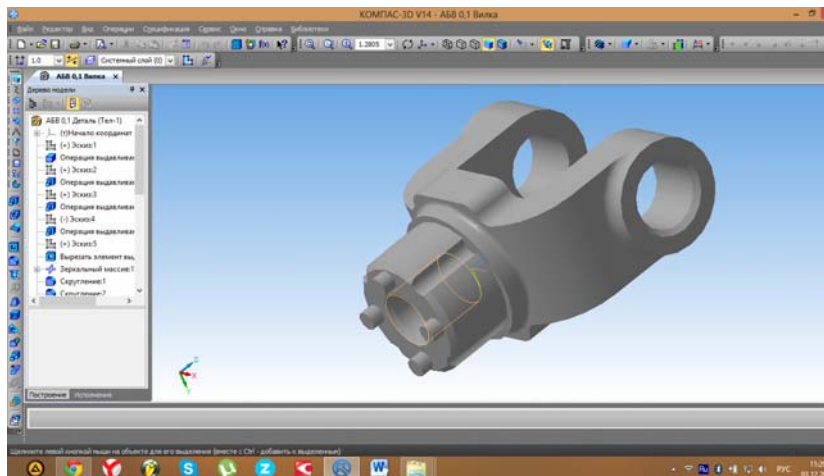


Рисунок 1.7 – Интерфейс комп’ютерної програми «Компас»

Слід зазначити, що застосування програми «Компас» та подібних їй комп’ютерних програм формує не тільки оперативно-алгоритмічне мислення. У процесі комп’ютерного моделювання студенти усвідомлюють, яким потужним засобом у їх професійній діяльності може бути комп’ютер, що стимулює позитивну мотивацію професійної підготовки. Також у процесі комп’ютерного моделювання розвиваються понятійне, образне і практичне мислення, а також мова техніки, тобто відбувається розвиток всіх компонентів технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування.

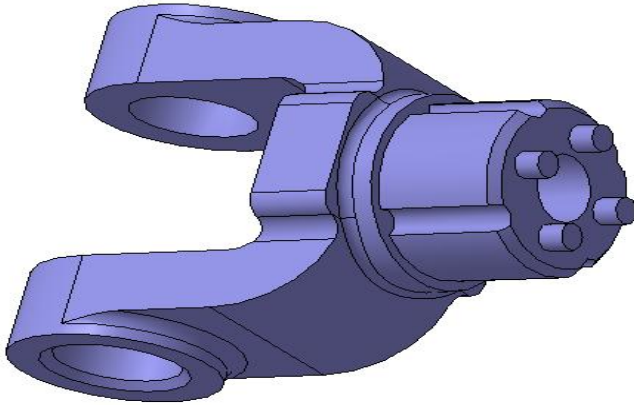


Рисунок 1.8 – Модель деталі «Вилка», виконана за допомогою програми «Компас» в 3D

Таким чином, у процесі професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників на основі оволодіння ускладненими алгоритмічними приписами і їх практичним застосуванням при виконанні навчальних конструкторсько-технологічних завдань відбувається формування технічного мислення.

РОЗДІЛ 2

ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО МИСЛЕННЯ ЯК ПРОБЛЕМА ТЕОРІЇ І МЕТОДИКИ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

2.1 Генеза проблеми формування технічного мислення

Дослідження генези формування технічного мислення у майбутніх інженерів передбачає розгляд походження інженерної професії. Згідно з Академічним тлумачним словником української мови «Професія – рід занять, трудової діяльності, що вимагає певних знань і навичок і є для кого-небудь джерелом існування» [187, с.739]. Специфічними особливостями зазначеного роду трудової діяльності є:

- сталість даного заняття для працівника;
- необхідність спеціальної підготовки;
- статус даного виду діяльності як джерела доходу (як правило, основного).

Питання про інженерну діяльність, як постійне заняття, пов'язано, насамперед, зі станом продуктивних сил у суспільстві. Суспільству, в якому ведуться масштабні будівельні роботи, діють міські комунальні мережі, розвинені захисні системи, в армії використовують машинні пристрої, очевидно притаманна інженерна діяльність як постійне заняття. Зазначені ознаки ми виявляємо вже в античному світі, тому, можливо, саме звідси необхідно вести історію становлення професії інженера.

У методологічному відношенні для дослідження генези проблеми формування технічного мислення основними принципами постали принципи системності, історизму, соціального детермінізму. Їх застосування дає можливість відобразити тектонічні зрушення, що відбулися в інженерній діяльності за довгий час становлення і зміни цивілізацій. Зокрема, застосування принципів системності та історизму засвідчує, що сучасний розвиток машинобудування зумовлений тривалими соціально-економічними процесами, які протікали в рамках тієї чи іншої економічної формації, та суперечностями, які виникали і

вирішувалися в надрах тих же формацій, призводячи до їх руйнування й становлення нового способу виробництва, на нових інженерно-технічних засадах. Розгляд інженерно-технічної діяльності у контексті принципу історизму та соціального детермінізму дає змогу висвітлити історичні передумови виникнення сучасного машинобудування, виділити етапи поступового (еволюційного) та прискореного (революційного) розвитку інженерної діяльності як суспільно-історичного процесу, встановити причини й наслідки становлення і розвитку інженерної думки, технічного мислення.

Розглядаючи історію цивілізацій, Ю. В. Яковець виділяє кілька етапів їх виникнення, становлення і розвитку [256].

У табл. 2.1 подано перший суперцикл розвитку цивілізацій, в рамках якого відбуваються суттєві зрушення у виробничих технологіях.

Таблиця 2.1 – Зрушення в структурі суспільства протягом першого історичного суперциклу (за Ю. В. Яковцем, фрагмент)

Показники	Неолітична цивілізація	Ранньокласова цивілізація	Антична цивілізація
Людина, сім'я, населення	Зростання потреб і здібностей людини. Моногамна сім'я. Прискорення темпів зростання населення після 1-ої демографічної кризи	Соціальна і професійна диференціація, нова мотивація до праці, спеціалізація сімей	Розквіт духовних потреб. Прискорення темпів зростання населення
Технологія	Неолітична революція, спеціалізація знарядь праці. Штучне відтворення. Підсічне землеробство	Освоєння міді, бронзи, знаряддя праці та зброя з металу. Іригаційні системи. Використання енергії тварин (1-а енергетична революція)	Освоєння заліза, богарне землеробство. Будівельні, ремісничі, військові знаряддя та механізми

Як зазначають у своєму дослідженні Б. М. Кузик та Ю. В. Яковець, перехід до четвертого витка спіралі – середньовічної світової цивілізації, – виявився важким і довготривалим, оскільки він збігся зі зміною історичних суперциклів. Центр цивілізаційного прогресу перемістився на Схід (в Індію, Китай), почала формуватися західноєвропейська цивілізація, яка майже безперервно перебувала в стані військового конфлікту з виниклою мусульманською та іншими цивілізаціями. На думку згаданих авторів, старт п'ятого витка цивілізаційної спіралі ознаменувався переходом людства до ранньоіндустріальної світової цивілізації, мануфактурного, технологічного способу виробництва, початком розвитку промислового капіталу, класів капіталістів і найманих робітників, першими буржуазними революціями (нідерландською та англійською) і формуванням буржуазної демократії як політичного ладу. Саме у Європі розгорнулася велика наукова революція XV–XVII століть, були освоєні блискучі досягнення Ренесансу, відбулися найважливіші для духовної сфери перевороти Реформації і Просвітництва. Проте, як зазначає Ю. В. Яковець, вершина другого історичного суперциклу була досягнута на шостому витку цивілізаційної спіралі, в період індустріальної світової цивілізації. Промислова революція змінила технологічний та економічний простір, багаторазово прискорила темпи економічного зростання, що стало одним з чинників стрімкого зростання населення. Війна за незалежність у Північній Америці та Велика французька революція відкрили шлях радикальних трансформацій соціально-політичного ладу та утвердження буржуазної демократії. Занепад індустріальної цивілізації ознаменувався становленням тоталітарних держав, глибокою кризою культури. У XIX столітті виникла колоніальна система імперіалізму, в яку були залучені багато стародавніх цивілізацій. XX століття відзначилося серією національно-визвольних революцій, розпадом системи імперіалізму, а до кінця століття – і світової системи соціалізму, знищенням біполярного світоустрою. Планету охопила глибока цивілізаційна криза, пов'язана із завершенням другого історичного суперциклу. На рубежі XXI століття починається сьомий виток цивілізаційної спіралі, який, ймовірно, охопить простір двох століть і призведе

до радикального перетворення глобальної цивілізації на початку третього історичного суперциклу. Формується гуманістично-ноосферна постіндустріальна цивілізація [94].

Звичайно, зазначена періодизація розвитку цивілізацій є загальноісторичною, проте вона стала методологічною основою для створення конкретних періодизацій, пов'язаних з професійною підготовкою інженерів. Таких періодизацій є кілька. Так, Є. А. Шаповалов [244; С. 74–80] виділяє п'ять етапів:

- «праінженерний» – час будівництва різних великих і складних споруд давнини;
- «передінженерний» – період появи та розвитку мануфактури; етап становлення інженерної діяльності в соціальному плані (кінець XVIII – початок XIX ст.);
- етап розвитку інженерної діяльності на основі системи машин і технічних наук;
- етап розвитку продуктивних сил і формування інженерної діяльності нового типу.

Оскільки ця періодизація була розроблена у 1984 році, вона певною мірою не відображає останні історичні зміни, які відбулися в характері і змісті інженерної діяльності. Зокрема, І. Негодаєв вказує на необхідність уточнення останнього етапу у зв'язку з переходом до інформаційних технологій [125; с. 46].

Значний вплив результатів досліджень Б. Кузика, Ю. Яковця та Є. Шаповалова прослідковується у періодизації історії розвитку інженерної діяльності і технічної освіти, поданій М. Дятчиним [48].

М. Дятчин весь історичний процес становлення і розвитку інженерної діяльності та інженерної освіти умовно поділяє на п'ять етапів, що відповідають п'ятьом основним історичним етапам розвитку техніки [48, с. 13–14]:

- перший етап – інструменталізації (праінженерний);
- другий етап – механізації (передінженерний);
- третій етап – машинізації (власне інженерний);
- четвертий етап – автоматизації (розвинений інженерний);
- п'ятий етап – кібернетизації (постінженерний).

Для кожного з цих етапів притаманним є певний рівень розвитку науки і техніки, суспільно-політичний устрій суспільства, його освітній рівень; кожному відповідає свій рівень і характер розвитку інженерної діяльності і технічної освіти.

Грунтуючись на численних працях з всесвітньої історії, історії цивілізацій, історії розвитку інженерної справи (М. Дятчин, Б. Кузик, І. Негодаєв, Є. Шаповалов, Ю. Яковець та ін.), дамо коротку характеристику кожного із етапів, звертаючи особливу увагу на технічні і технологічні характеристики етапу та на стан і особливості технічної освіти, притаманні саме даному етапу.

Праінженерний етап (етап інструменталізації).

Якщо вести мову про хронологічні рамки цього етапу, то вони надзвичайно широкі і становлять багато сотень років. Праінженерний етап відноситься до часу переходу від неолітичної цивілізації через ранньокласову до античної цивілізації.

Протягом етапу відбуваються суттєві суспільні, технічні й технологічні зміни, які, накопичуючись поступово, еволюційно, призводять до розвитку інструментів і знарядь праці, хоча цей розвиток і відбувається в умовах ручного виробництва. Необхідність виготовлення інструментів створює основи для паростків технічних знань. Розшарування суспільства на класи прискорює появу особливого прошарку технічних працівників. І хоча домінує ремісниче виробництво і провідним суб'єктом технічної діяльності залишається ремісник, а технічна діяльність ґрунтується переважно на ремісничій основі і пов'язана з виготовленням знарядь праці, все більшого значення набуває необхідність розробки відносно масштабних технічних проектів і втілення їх в життя [48].

Відбувається виділення окремих технологічних операцій, розширюється обсяг технічних елементів, що забезпечують взаємодію інструмента з об'єктом праці.

Ще не йдеться про розвиток науки як основи виробництва, вона є фрагментарною, на ній суттєво позначаються тодішні релігійні уявлення, проте відбувається поступове накопичення техніко-технологічних знань.

Щодо стану та особливостей технічної освіти на цьому етапі можна вести мову лише умовно, передача наявних

технічних знань і умінь відбувається лише за родовою (сімейною) ознакою і навчання проходить в ремісничих виробництвах.

Етап механізації (передінженерний).

Передінженерний етап виключно важливий для розвитку техніки і технологій: закладаються основи сучасної науки і системи інженерної освіти; готується ґрунт для промислового перевороту та переходу до індустріального суспільства.

Хронологічні рамки етапу досить широкі, охоплюючи V–XVII ст. н. е. Вони містять «повільні» стосовно технічної еволюції періоди раннього християнства, зародження феодалізму, які змінюються бурхливим технічним прогресом в епоху Відродження. Як вказує М. Дятчин, передінженерний етап відповідає періоду розвитку механізмів і механізації виробничих процесів, що почалися ще на попередньому етапі, але стали значущими для виробництва з настанням нової ери [48]. Потужним поштовхом для розвитку машинної техніки стала зміна рабовласництва феодалізмом. Рабська дешева робоча сила, що стала відчутним гальмом технічного прогресу, особливо на завершенні першого етапу, виявилася дефіцитною, і це призвело до поступової механізації виробництва. Процес механізації помітно інтенсифікувався в епоху Відродження (XIV–XVI ст.), в умовах бурхливого розвитку ремісничого виробництва і подальшого формування феодалізму. Саме тоді з'являється поняття «інженер» (від лат. *Ingenieum* – розум, винахідливість, вроджена здатність).

Для цього етапу характерною рисою є поява складних механізмів, що витісняють ремісниче виробництво і приводять до утворення мануфактур. Як зазначає М. Дятчин, на зміну ручної праці ремісників, що домінувала протягом тисячоліть, приходять техніко-технологічні процеси, які приводяться в дію тяговою силою тварин, а потім природною енергією води і вітру (млини), докорінно змінюючи структуру продуктивних сил суспільства. Це призвело, з одного боку, до формування робітничого класу як основної продуктивної сили капіталістичного способу виробництва, що зароджувався в надрах феодалізму, з іншого – до становлення інженерної професії та високого соціального статусу інженерів як необхідного елемента продуктивних сил [48].

На цьому етапі в університетах Європи, насамперед, в Великобританії, Італії, Франції, Німеччині і інших країнах започатковується підготовка фахівців, які набувають технічних знань, з широкою політехнічною освітою, здатних до дослідження, розробки та експлуатації техніки. Саме в рамках цього етапу можна вести мову про створення системи інженерної освіти, яка розвивалася відповідно до викликів часу і виробництва.

Етап машинізації (власне інженерній).

Хронологічні рамки етапу машинізації містять епоху розкладу феодално-кріпосницьких і утвердження та розвиток капіталістичних виробничих відносин (друга половина XVII–перша половина XX ст.).

Винахід парового двигуна забезпечує досить швидкий перехід від мануфактурного до машинного виробництва. Професія інженера стає однією з провідних, а її носії суттєво підвищують свій соціальний статус.

Як підкреслює Є Шаповалов, розвиток машинного виробництва призвів до того, що робітник став «придатком машини», остаточно втративши функції раціоналізації технічної діяльності. Вона остаточно перейшла до відокремленої групи науково-освічених працівників – інженерів «в умовах розпочатого процесу перетворення науки в безпосередню продуктивну силу інженерна діяльність стала науковою раціоналізацією технічної діяльності. В кінці XIX ст. інженерна діяльність і професія вже існують як соціальний інститут» [238, с. 78]. Широкому розгортанню інженерної діяльності в цей період сприяв стрімкий розвиток техніки і зростаючі потреби промислового виробництва у машинах. Як відзначав К. Маркс, «в XIX ст. інженер – це головним чином машинобудівник» [103, с. 156].

Слід зазначити, що основоположники марксизму виявили у сучасному для них машинному виробництві наявність загальних наукових основ і встановили, що, незважаючи на суттєві відмінності одна від одної машин, які використовуються у різних галузях виробництва і здійснюваних в цих галузях виробничих процесів, всі вони побудовані на застосуванні одних і тих же законів механіки, фізики, хімії. Як зазначав К. Маркс, «технологія відкрила ті нечисленні великі основні форми руху, в яких необхідно здійснюється вся продуктивна діяльність людського

тіла, якими б різноманітними не були застосовані інструменти, – подібно до того, як механіка, незважаючи на надзвичайну складність машин, не обманюється з приводу того, що всі вони становлять собою постійне повторення елементарних механічних сил» [107; с. 497]. Звідси слідує важливий висновок, що знання основних законів природи і техніки необхідне для того, щоб орієнтуватися у всій системі виробництва і засвоїти загальні наукові принципи, на яких воно базується.

М. Дятчин наголошує, що друга половина етапу машинізації збігається з епохою індустріалізації, коли мануфактура остаточно поступилася місцем великій, технічно розвиненій промисловості. Такі галузі, як машинобудування і приладобудування, металургія, енергетика, гірнича справа, хімічна промисловість і транспорт, отримали пріоритетний розвиток. Вони стали провідними і визначали технічний прогрес загалом, характер інженерної діяльності та стан інженерної освіти зокрема. Основною функцією інженерної діяльності став при цьому прогрес техніки, викликаний суспільними і технічними потребами і забезпечує максимальний прибуток від капіталу [48].

Щодо підготовки інженерних кадрів в рамках даного етапу, як відзначає Д. Саприкін, «класична концепція» інженерної освіти сформувалася в континентальній Європі в XVIII–XIX ст. і перебувала в найтіснішому зв'язку з вирішенням основних державних завдань – розвитком транспортної інфраструктури, військової та морської справи, гірничій промисловості. Концепція інженерної освіти була варіантом загальноєвропейської концепції освіти як такої. Наприкінці XIX ст. значно більший вплив справила нова хвиля в розвитку інженерної освіти, яка поєднувала ідеал цілісної фундаментальної освіти і увагу до потреб промисловості (зокрема, технологічним проблемам приватних підприємств, що працювали на вільному ринку). Одночасно континентально-європейська традиція інженерної освіти істотно вплинула на британську традицію, яка розвивалася досить самостійно, а в XX ст. була експортована в США, Японію, Китай та інші країни Південно-Східної Азії [175].

Етап автоматизації (розвинений інженерний)

Хронологічні рамки етапу автоматизації охоплюють другу половину XX століття – рубіж другого і третього тисячоліття. Характерна відміна етапу від попередніх – його відносно невелика тривалість, причиною якої стали надзвичайно глибокі революційні зміни у науці і виробництві, зокрема машинному. За досить короткий історичний період були закладені передумови до стрибкоподібного переходу на якісно новий рівень розвитку цивілізації. Четвертий – розвинений – інженерний етап, як стверджує М. Дятчин, є етапом автоматизації і пов'язаний з настанням з середини XX ст. науково-технічної революції (НТР) [48]. Революції в галузі окремих наук на початку XX століття, зокрема, фізики, дещо пізніше біології, гонка озброєнь після Другої світової війни, яка вимагала залучення колосальних коштів, людських, наукових і технічних ресурсів, проте все ж стимулювала розвиток науки і техніки, створили потужну базу для нового і одночасного прискорення розвитку науки і техніки. Відіграючи випереджаючу роль, фундаментальна наука у своєму стрімкому розвитку породжувала прискорений розвиток техніки і технологій.

Докорінний переворот, викликаний НТР, як зазначає Ю. Дятчин, виявився у комплексній автоматизації виробничих процесів і систем, створенні роторних і роторно-конвеєрних, автоматичних ліній, систем автоматизованого проектування. Провідною ланкою комплексної автоматизації постала керуюча система машин на основі мікропроцесорів і мікросхем. Почалося зародження і подальший стрімкий розвиток електро- і радіотехніки, електроніки, ядерної фізики, закладалися наукові основи мікроелектроніки, атомної техніки і технології [48]. Ці процеси безумовно позначилися на змісті і структурі інженерної діяльності, викликали суттєві зміни в інженерній освіті.

Саме в рамках цього етапу створюються передумови для предметного розгляду розвитку технічного мислення як наукової проблеми. З одного боку, цьому сприяли суттєві здобутки психології у розгляді феномену мислення, які заклали міцний фундамент для дослідження різних видів мислення та виділення, зокрема, інженерного та технічного мислення.

З іншого боку, все більше видатних вчених, конструкторів, інженерів приходять до висновків про необхідність суттєвих змін у інженерній підготовці, у концептуальних підходах до організації навчальних закладів, які забезпечують цю підготовку. Насамперед, це С. Тимошенко (видатний український і американський вчений-механік) [27], американці Ч. У. Еліот, Р. М. Хатчінс, німецькі вчені Ф. Рінгер, П. Крістеллер [176].

Дослідження з розвитку інженерії як галузі людської культури (В. Морозов, В. Нікітаєв, В. Ніколаєнко, З. Сазонова, Н. Чечьоткіна), методології інженерної діяльності (Г. Альтшулер, С. Василейський, Т. Кудрявцев, М. Шубас), психології творчого мислення (Е. де Боно, В. Моляко, К. Платонов) дозволили формалізувати феномен технічного мислення, визначивши зміст відповідного поняття. Сьогодні технічне мислення постає як процес цілеспрямованого, опосередкованого, та узагальненого відображення дійсності, спрямовану на розробку, створення і застосування технічних засобів і технологічних процесів з метою пізнання і перетворення природи і суспільства в конкретних історичних умовах (М. Шубас, [247]).

Таким чином, в межах четвертого етапу постала проблема формування технічного мислення та були закладені передумови для її вирішення.

У філософській, психолого-педагогічній та методичній літературі проблема інженерного мислення формулювалася зазвичай як проблема дослідження особливостей творчих і пізнавальних процесів, які виникають в контексті вирішення інженерних завдань. У дослідженні С. Комарова, присвяченому філософсько-методологічним основам проблеми інженерного мислення, виділено кілька напрямків дослідження цієї проблеми [79].

До першого напрямку С. Комаров відносить низку досліджень, в яких розглянуто широкий спектр питань науково-технічної творчості (роботи В. Білозерцева, Р. Буша., К. Гусевої, К. Пігрова, А. Половинкіна, О. Попова, Р. Шеменева, В. Хорева, Л. Яценко та інші). Як зазначає С. Комаров, «у межах цього напрямку досліджується сутність технічної творчості, її методологічні та світоглядні детермінанти, форми творчої

інженерної діяльності – винахідництво, конструювання, проектування, особливості оперування когнітивним матеріалом у процесі творчого пошуку. Спеціальним чином аналізуються процеси інтуїції, «інсайту», «осяння», інші особливості креативності в інженерній діяльності» [79, с. 2]. До цього ж напрямку він також відносить роботи, пов'язані з пошуком методів розв'язання інженерних задач, різних операціональних засобів, програм і евристик інженерної діяльності (Р. Альтшуллер, Р. Буш, С. Гусев, Д. Діксон, К. Крик, Й. Мюллер, А. Половінкін, Р. Саймон та ін.);

До другого напрямку С. Комаров відносить широкий спектр робіт, присвячених вивченню психології інженерного мислення (А. Антонов, В. Калошина, Т. Кудрявцев, С. Моляко, А. Нечаєв, Я. Пономарьов, С. Чебишева, І. Якобсон та ін.), зокрема, праці, пов'язані з вивченням особливостей функціонування мислення в процесі вирішення конкретних інженерних задач, психології винахідництва і конструювання, співвідношення продуктивних і репродуктивних здібностей людини, зумовлених особливостями інженерної діяльності та специфікою оперування знанням, представленим в особливій формі [76, с.2].

Характерною особливістю третього напрямку, на думку С. Комарова, є роботи, присвячені філософсько-методологічному аналізу інженерної діяльності, в яких в тій чи іншій мірі розкриваються особливості технічного мислення (роботи С. Альохіна, В. Горохова, С. Гусева, Дж. Джонса, С. Кайдалова, К. Крику, О. Криштановської, С. Кугеля, В. Розіна, С. Чешева, Є. Шаповалова, М. Шубаса, П. Енгельмейера та 'ін.) [76]. Зазначимо, що з цього переліку досліджень, виділених С. Комаровим, безпосередньо проблемі технічного мислення присвячена монографія М. Шубаса [247]. До цього переліку безпосередньо пов'язаних з проблемою технічного мислення також необхідно віднести дослідження цитованого нами С. Комарова [79] та В. Грабаря [38]

Ці роботи є цінним внеском у вивчення особливостей інженерного та технічного мислення. У них досліджено специфічні особливості інженерного мислення, принципи і

норми, ціннісні орієнтації і світоглядні установки, етичні ідеали і канони мислення, які визначає сам творчий характер інженерної діяльності. Низка психолого-педагогічних та методичних робіт, присвячених проблемі формування інженерного (технічного) мислення, розглянута у наступному пункті.

Етап кібернетизації (постінженерний).

П'ятий – постінженерний – етап розвитку інженерної діяльності та інженерної освіти пов'язаний з настанням етапу кібернетизації та другого етапу НТР, що розгорнулася на межі тисячоліть, а також зародженням шостого технологічного укладу, в основі якого закладаються нанотехнології, гена інженерія та інформаційна революція [48, с. 102–105]. Отже, сказане вище визначає хронологічні рамки етапу кібернетизації – межа ХХ та ХХІ століть – теперішній час.

Науково-технічними напрямками, що виявилися домінуючими і визначили основні характеристики цього етапу, постали мікроелектроніка, інформатика і біотехнологія. Це в черговий раз викликало докорінні зміни в характері інженерної діяльності та інженерної освіти. Сфера інженерної діяльності розширилася, а в галузі інженерної освіти з'явився широкий спектр спеціальностей. Зазначимо, що суттєве скорочення цього переліку було виконано в новому переліку спеціальностей від 2015 року (Наказ МОН України від 06.11.2015 р. № 1151), у якому значно скорочено кількість спеціальностей, пов'язаних з машинобудуванням [154].

Розширення сфери інженерної діяльності викликало зміну її структури внаслідок впливу цілої низки чинників. Тут ми зупинимося лише на розвитку машинобудування, з огляду на предмет нашого дослідження. Із розвитком та мініатюризацією об'єктів машинобудування значного розвитку набувають такі галузі, як композити, мехатроніка, нанотехнології, робототехніка. Розшарюється сфера діяльності інженерів-механіків, які прикладають свої інженерні вміння та застосовують технічне мислення в галузі біомедичної інженерії, зокрема, біомеханіки, транспортних явищ, біонанотехнології і моделювання біологічних систем [113].

Розвиток комп'ютерної техніки розширює інструментарій діяльності інженерів машинобудування. За допомогою широкого спектру програмних продуктів вони мають змогу моделювати як самі технічні об'єкти різних рівнів складності, так і їх функціонування, застосовувати комп'ютеризовані системи автоматизованого проектування для створення роботизованих ліній, різноманітного промислового устаткування й верстатів, складних транспортних систем та ін. [113].

Поява і стрімкий розвиток мережі Інтернет, широкого спектру інформаційно-комунікаційних технологій, сучасних засобів мультимедіа викликали комплексне використання цих засобів у навчальному процесі: вони дозволяють інтенсифікувати професійну підготовку інженерів машинобудування, активізувати роботу студентів, сформувати належний рівень технічного мислення.

Підвищення ступеня складності праці, часта її зміна і зміна поколінь і напрямків техніки зроблять невідповідним вузько-професійний поділ праці. Знадобляться інженери, а також робітники, техніки, менеджери, науковці та інші працівники виробничої сфери, що мають широкопрофільну професійну підготовку, спроможні добре адаптуватися до швидкозмінних умов праці та напрямків своєї діяльності. Особливо важливе значення набуває фундаменталізація інженерної освіти, під якою слід розуміти оволодіння знаннями історії розвитку техніки, законами і закономірностями її будови, функціонування та розвитку [94].

Таким чином, поступовий суперечливий розвиток суспільства, світових цивілізацій, їх продуктивних сил, привів до появи особливого прошарку фахівців-інженерів та проблеми їхньої продуктивної професійної підготовки. Важливе значення у цій підготовці має ефективне формування технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування. Виокремлення кількох напрямків дослідження проблеми технічного мислення, пов'язаних з дослідженням сутності технічної творчості, її методологічних та світоглядних детермінантів, форм творчої інженерної діяльності, вивченню психології інженерного мислення, філософсько-методологічному аналізу інженерної діяльності створили надійне

підґрунтя для вирішення проблеми формування технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування.

2.2 Сутність і структура технічного мислення

В умовах інформатизації та технологізації суспільства, коли відбувається швидке старіння техніки і одні технології змінюються іншими, технічне мислення має вийти на новий рівень розвитку з тим, щоб, не отримуючи додаткової освіти, фахівець міг адаптуватися до сучасного техногенного середовища. Для цього майбутній інженер машинобудівної галузі, крім засвоєння необхідного «ядра» професійних знань, повинен вміти керувати, навчитися системно мислити, долати інерцію мислення, виявляти і вирішувати виникаючі технічні протиріччя, генерувати нестандартні технічні ідеї, опанувати навичками багатоваріантного вирішення завдань і їх об'єктивної оцінки.

Аналіз діяльності видатних інженерів (І. Вишнеградський, А. Ейфель, С. Корольов, Б. Патон, Ф. Порше, Г. Форд, О. Шаргей (Ю. Кондратюк) та ін.) переконує, що основа її успішності – це особливий тип мислення, що характеризується багатовимірним розумінням технічної проблеми, здатністю виявляти й розв'язувати латентні фізичні суперечності, генеруючи при цьому ідеї, що нерідко виходять за рамки норм побутової логіки.

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

Різним аспектам формування технічного мислення майбутніх інженерів присвячені праці М. Агеєвої (досліджено розвиток технічного мислення студентів середніх спеціальних навчальних закладів у процесі навчання фізики) [1], С. Алілуйко (визначено концептуальні засади формування системного мислення у процесі навчання основ теорії технічних систем) [2]),

С. Кирилашук (досліджено педагогічні умови формування інженерного мислення студентів вищих технічних навчальних закладів у процесі навчання вищої математики) [72], С. Кряжевої (досліджено розвиток технічного мислення у майбутніх фахівців на основі міжпредметної інтеграції) [91], М. Мухіної (розглянуто розвиток технічного мислення у майбутнього вчителя технології і підприємництва засобами системи пізнавальних завдань) [122], В. Нікітаєва (проведено логіко-методологічний аналіз інженерного мислення та інженерного знання) [128], Д. Мустафіної, Д. Печерскова (особливості формування інженерного мислення у вищих технічних навчальних закладах) [121], Н. Підбуцької (педагогічні умови формування інтелекту та конфліктологічної культури майбутнього інженера – машинобудівника) [145] Г. Райковської (розкрито розвиток технічного мислення студентів у процесі вивчення креслення) [167], Д. Чернишова (обгрунтовано педагогічні умови формування інженерного мислення учнів технічного ліцею засобами інформатики) [241].

Привертає увагу низка наукових праць, у яких предмет дослідження безпосередньо пов'язаний із формуванням інженерно-технічної творчості, зокрема праці О. Горбач (формування системності знань у майбутніх інженерів на основі застосування теорії розв'язання винахідницьких завдань), О. Попової (розвиток творчого потенціалу майбутнього інженера у процесі професійної підготовки у вищому технічному навчальному закладі) [153]) та ін.

Проте, перед тим, як розглянути поняття «технічне мислення», необхідно звернутися до більш загальних понять, якими є поняття «мислення» та «інженерне мислення».

Традиційна підготовка інженерів спирається на «Кваліфікаційні характеристики фахівця», які враховують лише два аспекти діяльності майбутнього спеціаліста: функціональний і предметний. Функціональний аспект діяльності майбутнього інженерного працівника, як зазначає С. Алілуйко, пов'язаний з відповідним ступенем сформованості та розвитку специфічних навичок і «монополії навчання і накопичення функціонального досвіду в якісних параметрах його суспільно-орієнтованої діяльності» [2]. Предметний (змістовний) аспект діяльності

інженерних працівників характеризується «ступенем узагальнення, абстрагування понять (перехід від конкретних знань до більш абстрактних), ступенем переходу від кількісного характеру знань до якісного. Якщо кількісний показник визначає широту знань, то якісний показник – це глибина проникнення в сутність явища або об'єкта, що пізнається» [142].

Суб'єктивно для конкретного майбутнього інженера-машинобудівника його особистість постає як система уявлень про себе, яка конструюється ним в процесах діяльності і спілкування, забезпечуючи єдність і тотожність його особистості. Таким чином, розгляд лише функціонального і предметного аспектів діяльності майбутнього фахівця не задовольняє необхідності врахування широкого спектра психологічних механізмів формування особистості, особливе значення серед яких мають психологічні поняття «Я» – образу і «Я» – концепції, як інтегральних характеристик особистості. «Я» – образ становить собою відносно стійку, більшою чи меншою мірою усвідомлену систему уявлень індивіда про себе самого, що переживається як неповторна, на основі якої він буде свою взаємодію з іншими [160, с. 475]. Співставлення студентом «Я» – образу з реальними обставинами його життя допомагає йому як особистості змінювати свою поведінку і здійснювати цілі самовиховання. Звернення до самооцінки і самоповаги студента як особистості є важливим чинником дієвого впливу на студента – майбутнього інженера в процесі професійної підготовки. У процесі формування технічного мислення майбутнього інженера-машинобудівника викладач повинен враховувати такі психологічні особливості особистості студента [159]:

- особистість студента характеризується відносно стійкою сукупністю його властивостей: індивідуальність; мотиви, спрямованість; структура характеру особистості, особливості темпераменту. Важливо усвідомлювати, що мотиви та спрямованість характеризують змістовий бік особистості, тому рівень їхньої сформованості необхідно враховувати в процесі формування технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників. На наш погляд, у процесі вивчення широкого

спектра дисциплін, особливо на першому і другому курсах бакалаврату, необхідно забезпечити формування позитивних мотивів та спрямованості особистості студентів, інакше результат формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування перестане бути контрольованим;

- особистість студента характеризується його залученням у простір міжіндивідних зв'язків, у якому взаємовідносини і взаємодії, що виникають у студентській групі, можуть тлумачитися як носії особистості їх учасників;

- особистість студента може розглядатися як результат активно здійснюваних людиною смислових перетворень інтелектуальної і афективно-спонукальної сфер особистості інших людей.

Врахування особливостей особистості студента на рівні особливостей психічних процесів ґрунтується на розумінні положення психології, що пошук і випробування майбутніх дій студент здійснює в плані ідеальних образів, які конструюються на основі мовного спілкування за допомогою таких психічних процесів як відчуття, сприйняття, пам'ять, почуття, мислення [158; 160]. Особливе місце у нашому дослідженні належить останньому психічному феномену. Це пов'язано з тим, що мислення – процес пізнавальної діяльності індивіда, який характеризується узагальненим і опосередкованим відображенням дійсності [160, с. 223]. Виділяють такі види мислення: словесно-логічне, наочно-образне та наочно-дієве. Проте таке визначення мислення є занадто загальним і не відображає тих конкретних процесів, які відбуваються в його ході.

Мислення, як психічний процес студента, протікає і формується в його навчальній діяльності, й детерміноване також і нею. Вплив різноманіття методів навчання та технологій професійної підготовки майбутніх інженерів на зміст мислення визначається змістом цієї підготовки та його подання як способів взаємодії викладача і студентів. [159].

Зміна форм, методів, засобів і технологій професійної підготовки майбутніх інженерів повинна вносити зміни і в зміст мислення студента. У зв'язку з цим спочатку розглянемо

особливості та структуру інженерного мислення як більш загального поняття, що має більш широкий змістовий обсяг і містить в якості невід'ємної складової технічне мислення.

Як розумовий процес інженерне мислення має трикомпонентну структуру: поняття – образ – дія з їх складними взаємодіями [247]. Найважливішою особливістю інженерного мислення є характер протікання розумового процесу, його оперативність: швидкість актуалізації необхідної системи знань для вирішення незапланованих ситуацій, імовірнісний підхід при вирішенні багатьох завдань і вибір оптимальних рішень, що робить процес вирішення виробничих і технічних завдань особливо складним [103; с. 12].

Як зазначає С. Комаров, особливості подання і сприйняття технічного знання – наочність, знаково-символічне вираження і т. п. – зумовлюють домінанту наочно-образної компоненти в психологічній структурі інженерного мислення, значущість процесів уяви, інтуїції, фантазії, невербалізованого мислення для вирішення технічних проблем. Тому дослідження психології інженерного мислення пов'язані з вивченням генезису і його психологічної структури – співвідношення продуктивних і репродуктивних здібностей, механізмів сприйняття і «переробки» специфічно представленої інформації, психології формування конструкторського задуму та ін. [79]

У рамках теорії пізнання специфіка інженерного мислення визначається і пояснюється самим характером інженерної діяльності. Процес вирішення інженерного завдання постає як специфічний пізнавальний процес, результатом якого є не пізнання деякої природної закономірності, а пізнання можливостей і способів організації відповідних предметних структур для отримання необхідного технічного ефекту. Інженерне мислення при цьому розглядається як специфічна форма пізнання. Його специфіка загалом полягає в тому, що воно оперує специфічною формою знання – технічним знанням. Тому аналіз інженерного мислення зазвичай редукується до дослідження особливостей функціонування та розвитку технічного знання в процесі вирішення інженерних завдань [79].

За визначенням Г. Малих та В. Осипова, «Інженерне мислення – це вид пізнавальної діяльності, спрямованої на

дослідження, створення та експлуатацію нової високо-продуктивної і надійної техніки, прогресивної технології, автоматизації і механізації виробництва, підвищення якості продукції. Головне в інженерному мисленні – розв’язання конкретних завдань і цілей, що висуваються виробництвом, за допомогою технічних засобів для досягнення найбільш ефективного та якісного результату» [104, с. 37]. Зазначимо, що сформоване інженерне мислення – запорука прогресу в технології виробництва та підвищення продуктивності і якості праці. Сформованість цього виду мислення багато в чому визначається організацією та якістю фахової підготовки майбутніх інженерів у вищому навчальному закладі.

Таким чином, узагальнюючи дослідження науковців з теорії і методики професійної освіти, зокрема праці Г. Малих та В. Осипова [104], А. Усольцева та Т. Шамало [221], М. Шубаса [247], дамо визначення інженерного мислення.

Інженерне мислення – це особливий вид мислення, що формується і виявляється під час вирішення інженерних завдань, спрямоване на забезпечення діяльності з технічними об’єктами, здійснюване на когнітивному і інструментальному рівнях та має таку структуру (рис.2.1):

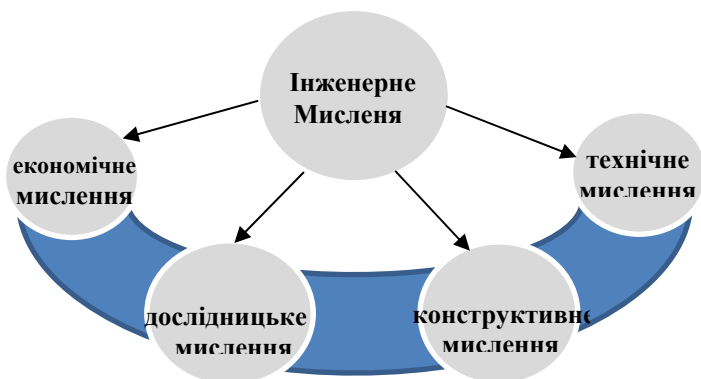


Рисунок 2.1 – Структура інженерного мислення

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

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

дослідницьке мислення – визначення новизни завдання, уміння зіставити з відомими класами завдань, вміння аргументувати свої дії, отримані результати і робити висновки;

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

Із цього визначення випливає, що технічне мислення є важливою складовою інженерного мислення. Проте підкреслимо умовний характер такої структуризації інженерного мислення. Адже стосовно інженера машинобудування його технічне мислення тісно пов’язане і з дослідницьким мисленням, і обов’язково передбачає вирішення конструкторських завдань, а отже, пов’язане і з конструктивним мисленням.

Тобто, інженерне мислення – це досить складний понятійний конструкт, що містить комплекс специфічних видів

мислення, зокрема, і технічне мислення. Тому процес формування технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників вимагає комплексу процедур і заходів, узгодженого поєднання сучасних форм, методів і засобів професійної підготовки цих фахівців, а також спеціальної підготовки викладачів різних дисциплін. Особливості багатьох технічних об'єктів і завдань, саме оперування виробничо-технічним матеріалом надає мисленню специфічного характеру. Як зазначає Т. Кудрявцев «... постійне оперування технічним матеріалом накладає свій відбиток на психологічну структуру розумової діяльності, виробляє певну спрямованість мислення і сприяє переважному розвитку певних якостей розуму» [92, с. 2].

Розглянемо більш детально поняття та структуру технічного мислення.

Технічне мислення, як один із видів мислення, було виділено російським філософом П. Енгельмейером, який зазначав, що «існує особливий склад розуму, який можна назвати технічним» [252, с.48].

Аналіз тлумачних словників української мови показав, що у них не розглядається термін «технічне мислення». Проте він розглядається у психологічних словниках. Зокрема, у «Тлумачному словнику психологічних термінів» технічне мислення визначається як «вид мислення як процес відображення в свідомості виробничо-технічних процесів і об'єктів, принципів їх улаштування і роботи з використанням технічних образів і оперування цими образами» [214].

У «Психологічному словнику» Н. Богозова, І. Гозмана, Г. Сахарова [16] технічне мислення визначається як діяльність, спрямована на самостійне складання і вирішення технічних завдань.

Дослідник інженерного мислення М. Шубас визначає технічне мислення як одну з форм логічного відображення дійсності, спрямовану на розробку, створення і застосування технічних засобів і технологічних процесів з метою пізнання і перетворення природи і суспільства в конкретних історичних умовах [247].

Найбільш повне, визначення технічного мислення було подано у дослідженні М. Мухіної: «під технічним мисленням розуміється комплекс інтелектуальних процесів і їх результатів, які забезпечують вирішення завдань професійно-технічної

діяльності (конструкторських, технологічних), що виникають під час обслуговування і ремонту устаткування й ін.» [122, с. 37]. Проте, на наш погляд, це поняття повинно містити і структурні складові, тому звернемося до розгляду структури технічного мислення.

Поняття «структура» (від латин. *structura* – будова, розташування, зв'язок) у тлумачних словниках української мови визначається як певне взаєморозміщення та взаємозв'язок складових частин цілого; будова; устрій, організація чогонебудь [187; 23]. Таким чином, наведене тлумачення поняття «структура» вказує на те, що дослідження технічного мислення інженерів машинобудування передбачає виокремлення основних складових цього феномену та встановлення суттєвих взаємозв'язків між ними.

Піонерське дослідження структури технічного мислення було виконано Т. Кудрявцевим на початку 70-х років минулого століття. Він заперечував проти виділення якихось особливих операцій технічного аналізу, синтезу і та ін., і стверджував, що при всьому своєму розмаїтті людське мислення все-таки єдине. Своєрідність технічного мислення, зовсім в іншому – в його специфічній структурі [93].

Спираючись на експериментальні дані, Т. Кудрявцев виділив три способи вирішення конструктивно-технічних завдань: способи, що містять виконання попередніх теоретичних і практичних дій, а також комбінований спосіб. Останній найбільш адекватний творчій природі конструктивно-технічного завдання. При комбінованому способі розв'язування вихідна ідея народжується на основі детального аналізу і первинного перетворення ситуації і, заломлюючись в схематичних уявленнях, видозмінюється в ході подальших практичних дій. Виходячи з цього, Т. Кудрявцев виділив трьохкомпонентну структуру технічного мислення, яка рівноправно містить такі компоненти: теоретичні поняття, візуальні образи і практичні дії [93]. Хоча перераховані компоненти притаманні будь-якому виду інтелектуальної діяльності людини у його розвиненій формі (мислення вченого, художника і та ін.), саме в структурі технічного мислення вони набувають рівноправного і

гармонійного представництва. Згідно з цим рівень сформованості технічного мислення визначається ступенем розвиненості його складових і зв'язків між ними, причому самі ці зв'язки є досить рухливими, мінливими. Понятійний компонент забезпечує сформованість технічних понять. Образний компонент сприяє виникненню складної системи образів і умінню оперувати нею. Практичний компонент передбачає обов'язкову перевірку отриманого розв'язку практикою. «Теоретичні (понятійні), образні (наочні) і практичні (дієві) компоненти не лише взаємопов'язані (що має місце в інших видах діяльності), але й взаємодіють, причому кожен з компонентів постає в ролі рівноправного члена триєдності», – зазначає Т. Кудрявцев [93, с. 230]. Аналіз численних досліджень, які тією чи іншою мірою торкалися проблеми структури технічного мислення, [1; 72, 91; 122; 128; 167; 241] показав, що саме такий підхід є єдино вірним і саме його ми використали під час формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування.

Проте революційні зміни, які відбулися у розвитку техніки, вимагали адекватних змін у структурі технічного мислення. Такі зміни були запропоновані у дослідженні М. Мухіної [122].

Аналізуючи сучасні технічні завдання і порівнюючи їх із завданнями 20–30-річної давності, авторка аргументовано приходить до висновку, що, якщо раніше для опису і вирішення цих завдань досить було використати природну мову, розширену технічними термінами, то для вільного володіння кресленнями, схемами, діаграмами переважної більшості сучасних технічних завдань, потрібне володіння спеціальною мовою, що називається «мовою техніки». «Таким чином, як методологічні дослідження, так і постановка сучасних технічних завдань переконують в тому, що володіння мовою техніки доцільно виділити як самостійний компонент технічного мислення», зазначає М. Мухіна [122, с. 73]. Другим компонентом технічного мислення, який необхідно ввести до його структури, дослідниця називає оперативність. Аргументуючи цю обставину, М. Мухіна, спирається на визначення оперативності Д. Ошаніна, який під оперативністю розуміє тонку здатність пристосовуватися до умов діяльності, що забезпечує гнучкий перехід з відображення одних властивостей

об'єктів на відображення інших властивостей, що приводить відображення у відповідність з потребою вирішення конкретних завдань [135].

Погоджуючись із аргументацією М. Мухіної щодо необхідності введення до структури технічного мислення такого компонента як оперативність, зазначимо, що, на наш погляд, розвиток комп'ютерної техніки, електроніки та її проникнення у сферу машинобудування вимагають корекції змісту цього компонента технічного мислення.

Історія розвитку цивілізацій засвідчили два шляхи розвитку інженерно-технічної діяльності: поступальний з накопиченням змін в техніці і технологіях та стрибкоподібні (революційні) зміни в цій сфері. Революційний шлях притаманний епосі НТР, яка продовжується й сьогодні. Цей шлях полягає у принципових змінах у сфері машинобудування, узгодженому поєднанні наукових досліджень з інженерно-технічними винаходами і вдосконаленнями. Ці процеси особливо помітні у зв'язку з комп'ютеризацією та електронізацією інженерної сфери. Інтенсивно розвиваються новітні напрями виробництва, серед яких можна виділити шість провідних [32]:

1) електронізація, тобто насичення всіх сфер діяльності електронно-обчислювальною технікою;

2) комплексна автоматизація або впровадження робототехніки і створення гнучких виробничих систем, заводів-автоматів;

3) перебудова енергетичного господарства, заснована на енергозбереженні, вдосконалення структури паливно-енергетичного балансу, використання нових джерел енергії;

4) виробництво принципово нових матеріалів таких, як композиційні, напівпровідникові, керамічні матеріали, оптичне волокно, берилій, літій, титан і ін;

5) прискорений розвиток біотехнологій;

6) космізація і виникнення аерокосмічної промисловості, що сприяло появі нових машин, приладів, сплавів тощо.

Прикладом революційних технологій, які можуть суттєво вплинути на розвиток машинобудування вже найближчим часом, є 3D-принтер. Це периферійний пристрій, що використовує метод шарового створення фізичного об'єкта за цифровою

3D-моделлю. У зарубіжній літературі цей тип пристроїв також іменують фабберами, а процес тривимірного друку – швидким прототипуванням [258].

Таким чином, зміст останнього компонента технічного мислення багатший, ніж швидка реакція на зміни. Як зазначає Д. Ошанін, особливості функціонування складних технічних систем передбачають оперативність в оперуванні образами. «Оперативний образ – відображення у свідомості людини об'єкта дії (предмета, процесу), що складається по ходу виконання дії і підпорядковане його завданням» [135, с. 234]. Оперативний образ містить тільки ту інформацію про об'єкт, яка потрібна для правильного здійснення цієї дії. Він забезпечує успішне виконання завдань в оптимальних (нормальних) і ускладнених умовах.

Психологи, зокрема В. Зінченко, виділяють низку особливостей, які підтверджують значення оперативності при роботі з технічними об'єктами:

- здатність працювати в несподіваних ситуаціях, висока гнучкість і пристосованість до зовнішніх дій, що змінюються, можливість працювати за багатьма програмами; здатність використати недостатню (неповну) інформацію і створити цілісне уявлення про окремі події;

- можливість приймати рішення на основі узагальнених даних і знань, що належать до різних галузей науки, техніки і виробництва;

- здатність зорієнтуватися в часі і в просторі;

- здатність інтегрувати різномірні елементи в єдину систему;

- широкий діапазон гнучкості способів переробки інформації;

- здатність накопичувати інформацію і використати набутий досвід для вдосконалення способів роботи;

- широкі можливості вибору способів дії [59].

В епоху мікропроцесорної техніки і стрімких змін, пов'язаних з її застосуванням у машинобудуванні, інженер повинен володіти знаннями, уміннями та компетенціями, пов'язаними з цими аспектами професійної діяльності, знати і уміти застосовувати сучасні комп'ютерні програми, володіти

алгоритмічним мисленням, яке допомагатиме адаптуватися до частих змін цих програм. Таким чином, на наш погляд, органічним компонентом структури технічного мислення повинно бути оперативно-алгоритмічне мислення.

Загальна структура технічного мислення інженера машинобудування подана на рис. 2.2. Процес формування технічного мислення полягає у комплексному формуванні його компонентів, які разом утворюють нову інтегративну якість – технічне мислення.

Грунтуючись на аналізі визначень технічного мислення, даного науковцями, та враховуючи його структурні особливості, дамо таке визначення поняттю «технічне мислення інженерів машинобудування»: *це здатність використовувати комплекс інтелектуальних процесів (понятійне, образне, практичне, оперативно-алгоритмічне мислення та володіння мовою техніки в їх поєднанні) для усвідомлення суттєвих властивостей та відношень об'єктів професійно-технічної діяльності й ефективного і раціонального вирішення її завдань.*

Згідно з діяльнісною теорією (Л. Виготський [29], С. Рубінштейн [172]; О. Леонтьєв [99]; П. Гальперін [32]), формування технічного мислення відбувається в результаті складного психологічного процесу, який містить ієрархічно організовану систему окремих ланок і етапів, що становлять собою взаємодіючі різнорівневі розумові процеси (розумові дії та операції).

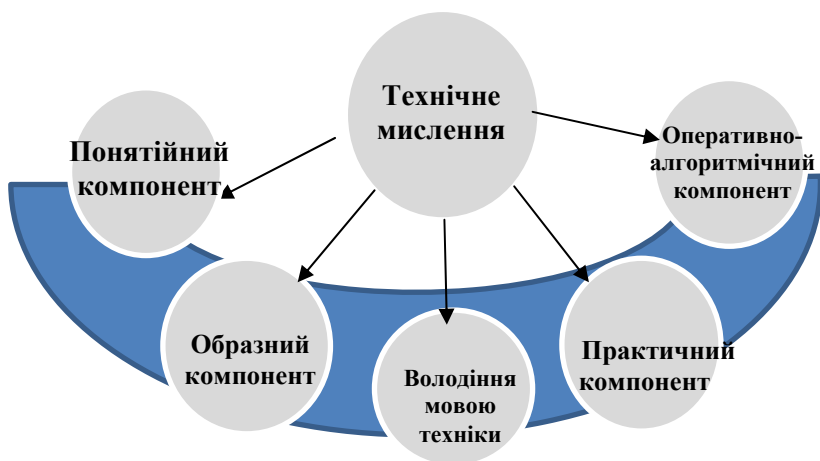


Рисунок 2.2 – Структура технічного мислення інженера машинобудування

На першому етапі здійснюється попереднє орієнтування в умовах завдання, аналіз компонентів, що входять до нього, виділення їх істотних ознак і зв'язків. На другому етапі обирається один із шляхів, за яким у подальшому розвивається розумова діяльність (вироблення загальної стратегії мислення). На третьому – виконавчому – етапі здійснюється пошук відповідних способів (операцій), спрямованих на виконання завдання. Пошук цей ведеться, як правило, через виокремлення проміжних цілей і здійснення проміжних допоміжних розумових дій і операцій.

Такими операціями слугують суспільно вироблені і засвоєні протягом життя автоматизовані і інтериоризовані предметні дії, значення і логічні схеми. На четвертому етапі відбувається власне вирішення розумового завдання – знаходження остаточної відповіді. Потім на останньому,

п'ятому, етапі відбувається звірення отриманого результату з вихідними умовами завдання. Якщо результат узгоджується з початковими умовами, процес мислення завершується. Якщо не узгоджується, то процес розумової діяльності поновлюється з етапів додаткового орієнтування у вихідних умовах і пошуків інших шляхів вирішення завдання. І так доти, поки не буде знайдено адекватне рішення, яке узгоджується з початковими умовами [30; 99].

Усі ці етапи з вхідними в них компонентами складають психологічну структуру кожної вмотивованої цілеспрямованої розумової діяльності.

Своєю чергою етапи також мають складно організовану внутрішню структуру, що містить такі «одиниці» розумової діяльності як розумові дії та операції [99].

Важливим чинником будь-якого пізнавального, а отже і навчального процесу є сприйняття. Воно визначається «...як цілісне відображення (відбиття) предметів, ситуацій і подій, що виникають при безпосередній дії фізичних подразників на рецепторні поверхні органів почуттів» [160, с. 66].

Сприйняття – не пасивне копіювання миттєвої дії, а живий, творчий процес пізнання. Разом з процесами відчуття воно забезпечує безпосередньо-чуттєве орієнтування у навколишньому світі. Як необхідний етап пізнання, а, отже, і необхідний етап навчальної діяльності студентів, сприйняття завжди пов'язане з мисленням, пам'яттю, увагою, спрямовується мотивацією і має певне афективно-емоційне забарвлення [160]. Для розробки шляхів формування технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників важливим є той факт, що в процесі сприйняття до 90% отримуваної людиною інформації є зоровою, тому особливу увагу необхідно надавати візуальній подачі навчальної інформації [226]. Як зазначає М. Фіцула, для посилення ефективності навчального сприйняття необхідно здійснити певну підготовчу роботу: підготувати студентів до участі в процесі навчання, сформувати активне позитивне ставлення до майбутньої пізнавальної діяльності, створити мотиваційне тло з опорою на попередні знання і досвід, зосередити увагу студентів на об'єкті пізнання [226, с. 89].

Розвивати технічне мислення – означає формувати і удосконалювати розумові операції: аналіз, синтез, порівняння і узагальнення, класифікацію, планування, абстрагування, і володіти такими характеристиками мислення, як критичність, глибина, гнучкість, широта, швидкість, варіативність, а також розвивати уяву і володіти знаннями різного змісту.

Як зазначає Л. Столяренко, для студентів технічних спеціальностей, майбутніх інженерів-машинобудівників, найбільшою актуальності набуває розвиток таких якостей мислення як гнучкість і швидкість. Саме їх наявність дає змогу студентам легко освоювати основи дисциплін, а також є необхідною складовою їх майбутньої професійної діяльності. Розвиток технічного мислення дає можливість виробляти у студентів такі якості як компетентність, емпатію, вміння встановлювати контакти і без втрат вирішувати можливі конфліктні ситуації у професійній діяльності, вміння швидко реагувати на мінливі умови і знаходити адекватні шляхи виходу з тих чи інших професійних або життєвих ситуацій [136].

Зміст тієї чи іншої дисципліни, зазначеної в освітньому стандарті, передбачає не просто формування мінімуму знань, а розвиток відповідних характеристик професійного і особистісного характеру всіх суб'єктів, що беруть участь в процесі підготовки інженерних кадрів різних рівнів, зокрема спрямованості особистості майбутнього інженера-машинобудівника. Цей психологічний феномен становить сукупність стійких мотивів, які орієнтують його діяльність і відносно незалежні від наявних ситуацій [140; 160]. Основна роль спрямованості особистості належить усвідомленим мотивам. У зв'язку з цим професійна спрямованість майбутнього інженера машинобудування характеризується його інженерними інтересами, нахилами, переконаннями, ідеалами, в яких відбивається його бачення виробничого процесу та уявлення про власне місце майбутнього інженера в ньому.

Я – концепція – відносно стійка, значною мірою усвідомлена система уявлень індивіда про себе самого, що усвідомлюється ним як неповторна, й на основі якої він формує свої взаємовідносини з іншими людьми та ставиться до

себе [160, с. 475]. Вона містить когнітивний, емоційний та оцінювально-вольовий компоненти. Групи якостей особистості, зокрема потреби, характер, здібності і Я – концепція мають важливе значення у процесі професійної підготовки майбутнього інженера-машинобудівника на контекстній основі, а їх інтегративний розвиток найбільш інтенсивно відбувається при саморегуляції учіння. *Саморегуляція учіння* – це самостійна організація індивідуальної навчально-пізнавальної діяльності студента щодо оволодіння професійними знаннями та відповідними способами діяльності, що мотивується рівнем професійного розвитку студента, його усвідомленням своїх життєвих цілей і ролі професійної освіти в їх досягненні [160, с. 78].

Саморегуляція навчання у процесі професійної підготовки майбутнього інженера-машинобудівника може здійснюватися за наявності у студента усвідомленої готовності до її практичної реалізації. Готовність же виробляється у такому процесі професійної підготовки майбутнього інженера-машинобудівника, в основі якого лежить формування психологічної моделі способу належних дій. У нашому дослідженні в основі формування таких психологічних моделей лежать діяльнісний та компетентнісний підходи до професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників.

Стосовно контекстного підходу важливим є положення про те, що процес сприйняття визначається структурою ситуації, яка сприймається у цілому. Зміст мислення – у несподіваній перебудові сприйняття проблемної ситуації («інсайт») [24; 140]. У зв'язку з цим важливою особливістю методів, які можна застосувати у процесі формування інженерного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників, є певна послідовність їх застосування під час проблемного навчання.

Інженерна діяльність у галузі машинобудування складається з проектування технічних пристроїв і конструкцій, їх виготовлення та експлуатації. Для традиційного проектування характерне дотримання таких принципів інженерної діяльності:

- 1) реалізованість проекту;
- 2) конструктивна цілісність;
- 3) оптимальність;

4) економічна рентабельність.

Тенденції глобалізації у розвитку сучасної цивілізації вимагають під час проектування дотримання додаткових принципів: мінімізації екологічних збитків; ергономічного обліку психологічних можливостей людини і створення зручності та безпеки для її роботи з технічними засобами; естетичного принципу зручності і краси.

Таким чином, процес професійної підготовки майбутніх інженерів машинобудування потребує особливої уваги до формування у них технічного мислення, здатного забезпечити дотримання зазначених принципів інженерної діяльності. З іншого боку, на основі компетентнісного підходу до професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників в табл. 2.2 ми виділили загальні і спеціальні (фахові) компетентності, необхідні для сучасного інженера машинобудування [11].

Очевидно, що формування кожної з виділених фахових компетентностей вимагає належного рівня сформованості технічного мислення загалом та його структурних компонентів зокрема.

Відзначимо, що при формуванні переліку загальних та спеціальних компетентностей ми використали результати досліджень В. Бахрушина [11] та програми TUNING [259].

У контексті нашого дослідження важливою проблемою, що постає після визначення змісту професійної підготовки майбутнього інженера машинобудування, є питання виявлення, вимірювання та оцінювання рівня сформованості у студентів технічного мислення. Вирішення цієї проблеми найбільш успішно здійснюється в рамках рівневого системного підходу до опису досягнень майбутніх інженерів, що ґрунтується на таксономіях навчання.

Таксономія (від грец. *taxis* – розташування, лад, порядок і *nomos* – закон) – теорія класифікації і систематизації складно організованих областей дійсності, зазвичай має ієрархічну будову (органічний світ, об'єкти географії, геології, мовознавства, етнографії тощо) [214, с 386].

В рамках освітньої технології Б. Блумом у 1956 р. була створена перша таксономія педагогічних цілей. При цьому

Б. Блум і Д. Кратволь розділили цілі освіти на три сфери: когнітивну (вимоги до засвоєння змісту предмета), психомоторну (розвиток рухової, нервово-м'язової діяльності) і афективну (емоційно-ціннісна область, ставлення до досліджуваного). З огляду на те, що у нашому дослідженні розглядається формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування, обмежимося когнітивною сферою.

У табл. 2.3 представлено кілька таксономій навчальних цілей когнітивної сфери особистості, в яких розглядаються ті чи інші аспекти формування технічного мислення фахівців, запропоновано кілька систем рівнів сформованості технічного мислення. Найбільш повно і обґрунтовано виглядає система рівнів розвитку технічного мислення, запропонована у дослідженні М. Мухіної [122]. Спираючись на таксономію Блума, вона розробила зміст кожної з категорій в пізнавальній області «техніка», по якій можна оцінювати успішність вирішення комплексних технічних завдань і сформованість технічного мислення.

Знання:

- знає роль техніки в розвитку виробництва;
- має уявлення про сучасні досягнення техніки;
- знає основні технічні терміни, поняття;
- знає пристрій і принцип дії основних механізмів;
- знає закономірності функціонування різних механізмів;
- знає основні умовні зображення, вживані в техніці;
- знає основні знаряддя праці, матеріали;
- знає основи проектування і конструювання;
- знає технологію обробки різних матеріалів;
- має уявлення про сучасні методи пошуку і обробки інформації.

Таблиця 2.2 – Загальні та фахові компетентності майбутніх інженерів машинобудування

Компетентності

<p style="text-align: center;">Загальні компетентності</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Здатність вчитися, вдосконалювати власне навчання і виконання, з високим рівнем автономності ● Здатність проведення досліджень на відповідному рівні. ● Навички роботи в команді ● Здатність бути критичним і самокритичним. ● Навички обдумування ● Дотримання етичних норм, прийняття рішень на основі ціннісних світоглядних орієнтирів ● Здатність аналізувати, синтезувати, оцінювати, щоб виявляли проблеми і виробляти рішення ● Цінування різноманіття та мультикультурності ● Мовні (у т. ч. іншомовні) навички ● Навички роботи з інформацією (уміння знаходити та аналізувати інформацію з різних джерел, передусім – за допомогою цифрових технологій)
<p style="text-align: center;">Фахові компетентності</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Здатність працювати в групі над великими інженерними проектами. ● Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних проблем. ● Здатність продемонструвати практичні інженерні навички. ● Здатність продемонструвати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки інженерної спеціалізації. ● Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних спеціалізацій. ● Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові і технічні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань. ● Здатність дослідити та визначити технічну проблему, а також ідентифікувати обмеження, зокрема ті, що пов'язані з питаннями охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків ● Здатність продемонструвати знання характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів.

Таблиця 2.3 – Таксономії навчальних цілей когнітивної сфери особистості

Б. Блум	В. Симонов	В. Беспалько	М. Скаткін	О. Лебедєв	В. Тесленко
Знання	Розрізнення	Учнівський (впізнання)	Відтворення поняття	Інформованість	Інформаційний
Розуміння	Зпам'ятовування	Алгоритмічний (розв'язування типових задач)	Впізнання поняття	Функціональна грамотність	Репродуктивний
Застосування	Розуміння	Евристичний (вибір дії)	Застосування поняття	Грамотність	Базовий
Аналіз	Найпростіші уміння і навички	Творчий (пошук дії)	Відтворення системи понять	Компетентність	Підвищений
Синтез	Перенесення		Застосування системи понять		Творчий
Оцінка					

Розуміння:

- розуміє роль техніки в розвитку виробництва;
- володіє технічними поняттями, термінами;
- уміє розкрити суть завдання;
- розуміє призначення і принцип дії технічних пристроїв, механізмів;
- уміє інтерпретувати отриману інформацію;
- розуміє наслідки певної дії.

Застосування:

- уміє застосовувати технічні знання в конкретних умовах і нових умовах;
- уміє використати деталі і знаряддя праці, користуватися технічними пристроями;
- уміє подумки перетворювати і відтворювати матеріал;
- уміє зібрати механізм, конструкцію, схему, які зображені умовними знаками;
- уміє актуалізувати образи по пам'яті, утримувати їх в думці, «бачити розумовим поглядом»;
- уміє технічно грамотно оформляти проекти;
- уміє розраховувати основні показники по технічних предметах;

- уміє швидко і якісно обробити технічну літературу;
- уміє здійснювати раціональний пошук інформації.

Аналіз:

- уміє систематизувати і класифікувати технічні об'єкти, поняття, виділяти істотне і другорядне;
- уміє аналізувати склад, структуру, пристрій і принцип роботи технічного об'єкта;
- уміє робити висновки за завданням;
- уміє орієнтуватися в технічній документації;
- уміє визначити призначення технічної конструкції;
- уміє співвіднести результати окремих дій з уявленням про кінцевий результат;
- виділяє надмірні і бракуючі дані в технічних завданнях;
- уміє аргументувати відповідь і дії;
- визначає новизну в завданні, уміє зіставляти з відомими класами завдань.

Синтез:

- уміє генерувати технічні ідеї;
- уміє вирішувати технічні завдання на перетворення технічних конструкцій;
- переосмислює об'єкт, розглядає його під іншим кутом зору, бачить у ньому інші властивості, інше призначення;
- уміє створювати нові образи і змінювати їх;
- уміє оперувати динамічними просторовими образами;
- уміє видозмінювати, трансформувати образи.

Оцінка:

- уміє оцінити знання, розуміння, застосування, аналіз, синтез в пізнавальній області техніки;
- уміє оцінити оптимальність вирішення технічних завдань;
- уміє оцінити аргументацію відповіді;
- уміє оцінити нові ідеї;
- уміє оцінити грамотність оформлення технічної ідеї;
- уміє оцінити отриманий результат [122, с. 175–178].

Таблиця 2.4 – Критерії і показники рівнів розвитку технічного мислення (за М. Мухіною)

Критерій	Показники	
	Рівні розвитку	Характеристика
Уміння вирішувати комплексні технічні завдання	1. Низький	Студент показує знання лише одиничних понять, умовних знаків; зазнає значних труднощів під час виконання практичних завдань, розв'язок здійснює лише на емпіричному рівні; пояснює принцип дії простих механізмів за допомогою викладача; не здатний об'єднувати розрізнені відомості в систему і вичленяти її складові
	2. Середній	Демонструє хороші знання пристроїв і принципів дії основних механізмів, основних технічних термінів, понять, основних умовних зображень; розуміє принцип функціонування основних технічних об'єктів; розуміє основні елементи мови техніки; уміє застосовувати знання і уміння в конкретних ситуаціях; у нових ситуаціях застосування знань і умінь викликає значні утруднення; уміє досить швидко знаходити вирішення завдань.
	3. Високий	Демонструє уміння аналізувати склад, структуру, пристрій і принцип роботи технічних об'єктів в змінених умовах; визначати новизну в завданні, зіставляти його з відомими класами завдань; аргументувати свої дії, отримані результати і робити висновки, гнучко переходить з відображення одних властивостей об'єктів на інші.

Зазначені категорії лягли в основу побудови науково обґрунтованої системи рівнів розвитку технічного мислення студентів, подану в табл. 2.4. Поприте, що ця система має багато позитивних сторін, вона не може повною мірою бути використана у нашому дослідженні, бо призначена для характеристики рівнів розвитку технічного мислення у майбутніх учителів технології. Проте елементи цієї системи (критерії, показники і рівні розвитку) були використані нами для побудови науково обґрунтованої

системи рівнів сформованості технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування.

2.3 Актуальні концептуальні підходи до формування технічного мислення у професійній освіті

Галузь професійної діяльності фахівців машинобудування містить:

- діяльність, спрямовану на створення конкурентоспроможної машинобудівної продукції;
- розроблення нових і модернізацію діючих технологічних процесів виготовлення виробів, засобів їх оснащення;
- визначення і реалізацію вимог до машинобудівної продукції, технології її виготовлення та забезпечення якості;
- створення нових і застосування сучасних засобів автоматизації, методів проектування, математичного, фізичного і комп'ютерного моделювання технологічних процесів і машинобудівних виробництв;
- забезпечення високої ефективності технологічних процесів машинобудівних виробництв, засобів їх оснащення, систем автоматизації, управління, контролю та діагностики продукції.

Тривалий час в Україні основою для підготовки більшості фахівців, зокрема інженерів машинобудування, застосовувалася традиційна система навчання, яка була спрямована на вивчення дисциплін навчального плану, розвиток вимогливості і відповідальності, і давала конкретні й точні інженерні знання. Протягом багатьох років ця система забезпечувала професійну підготовку значної кількості інженерних працівників, характеризуючись фундаментальністю та парадигмою знань.

Традиційній системі підготовки інженерів притаманні такі переваги:

- ця система випробувана часом. Вона застосовувалась і застосовується в багатьох країнах;
- дає конкретні знання у відповідній предметній області;

- виробляє відповідальність, дисциплінованість і вимогливість;

- викладачі повністю відпрацювали технологічний процес навчання майбутніх інженерів.

Проте традиційна система професійної підготовки інженерів машинобудування має також низку істотних недоліків:

- майбутній інженер у процесі цієї підготовки практично позбавлений можливості побувати в реальних виробничих ситуаціях;

- система навчання орієнтована на професійну підготовку стандартного (усередненого) фахівця;

- недостатня увага приділяється такому важливому чиннику професійної підготовки майбутнього інженера як мотивація у навчанні;

- переважають репродуктивні способи навчання.

Реформування вищої освіти зумовило відхід від традиційної системи підготовки інженерних кадрів, що наочно ілюструє порівняння нового закону «Про вищу освіту» з його попередніми редакціями. Насамперед, суттєві зміни відбулися у тлумаченні поняття вищої освіти:

- за попереднім законом [52], «вища освіта – рівень освіти, який здобувається особою у вищому навчальному закладі в результаті послідовного, системного та цілеспрямованого процесу засвоєння змісту навчання, який ґрунтується на повній загальній середній освіті й завершується здобуттям певної кваліфікації за підсумками державної атестації»;

- за новим законом [53], «вища освіта – сукупність систематизованих знань, умінь і практичних навичок, способів мислення, професійних, світоглядних і громадянських якостей, морально-етичних цінностей, інших компетентностей, здобутих у вищому навчальному закладі (науковій установі) у відповідній галузі знань за певною кваліфікацією на рівнях вищої освіти, що за складністю є вищими, ніж рівень повної загальної середньої освіти».

Тобто, згідно з новим законом вища освіта характеризується досягнутими результатами, а не процесом засвоєння змісту навчання. Проте кардинальної модернізації

процесу підготовки майбутніх інженерів машинобудування ще не відбулося, хоча у цьому напрямку спостерігаються суттєві зрушення. Зокрема, про це свідчать нові характеристики професійної діяльності бакалаврів за напрямом «Машинобудування»:

- оволодіння сукупністю засобів, способів і методів діяльності, спрямованих на створення конкурентоспроможної машинобудівної продукції, вдосконалення національного технологічного середовища;

- обґрунтування, розробка, реалізація і контроль норм, правил і вимог до машинобудівної продукції різного службового призначення, технології її виготовлення і забезпечення якості;

- розробка нових, удосконалення діючих технологічних процесів виготовлення продукції машинобудівних виробництв, засобів їх оснащення;

- створення нових і застосування сучасних засобів автоматизації, методів проектування, математичного, фізичного і комп'ютерного моделювання технологічних процесів і машинобудівних виробництв;

- забезпечення ефективного функціонування технологічних процесів машинобудівних виробництв, засобів технологічного оснащення, систем автоматизації, управління, контролю, діагностики та випробування продукції, маркетингові дослідження в галузі конструкторсько-технологічного забезпечення машинобудівних підприємств [154].

На користь неухильності модернізації традиційної професійної підготовки майбутніх інженерів машинобудування свідчать численні наукові дослідження проблеми формування технічного мислення майбутніх інженерів. Для низки досліджень з теорії і методики професійної освіти та окремих методик, присвячених різним аспектам формування технічного мислення студентів, спільною є методологічна основа. На думку Є Кряжевої, до неї можна віднести комплекс провідних філософських, психологічних та педагогічних підходів, принципів, теорій, концепцій:

- концепція професійного становлення особистості (Б. Ананьєв, В. Бодров, Є. Зеєр, Е. Клімов, Т. Кудрявцев, А. Маркова, Ю. Поваренков, В. Шадриков та ін.);

- психологічні підходи до вивчення технічного мислення (А. Антонов, Є. Клімов, Т. Кудрявцев, Б. Ломов, В. Моляко, А. Есаулов, І. Якиманська та ін.);

- теорії міжпредметних зв'язків та інтеграції в навчанні (В. Зверєв, С. Кузьмін, Б. Ломов, С. Максимова, Ю. Самарін, М. Шаталов, М. Ярошевський та ін.);

- теорії активізації розумової діяльності через вирішення завдань (Г. Бал, Т. Кудрявцев, Є. Смирнов, А. Есаулов та ін.) [91].

Як зазначають С. Петрова та А. Кострюков, вивченням розвитку теоретичного і професійного мислення, формування професійно значущих умінь і навичок у російській психолого-педагогічній науці займалися К. Абульханова-Славська, Б. Ананьєв, А. Брушлинський, Є. Клімов, Т. Кудрявцев, І. Лернер, А. Матюшкін, А. Петровський, А. Савельєв, В. Сластенін, В. Шадриков. Було встановлено, зокрема, що успішному розумовому процесу перешкоджає низка чинників: недостатність технічних знань, неосвоєння розумових операцій та інтелектуальних компетенцій, стереотипність мислення, неможливість подивитися на завдання по новому, страх помилитися [139, с. 187].

Зміст технічного мислення полягає в успішному розв'язанні технічних завдань, у процесі їх вирішення і формуються необхідні якості технічного мислення. У зв'язку з цим, основою освітніх ресурсів розвитку технічного мислення студентів традиційно є задачі (завдання). Загалом, до освітніх ресурсів, що визначають розвиток технічного мислення, дослідники відносять засоби, технології, техніки, методики, прийоми і середовища розвитку технічних здібностей студентів та діагностичний інструментарій для оцінки рівня їх розвитку [139].

Розвиток технічного мислення супроводжується розвитком технічних здібностей, які є особистісними якостями, що взаємопов'язані і виявляються незалежно одна від одної: здібності до розуміння техніки, до поведіння з

технікою, до виготовлення технічних виробів, до технічного винахідництва. Поряд з деякою загальною здатністю, яка може розглядатися як загальна технічна обдарованість або технічний досвід, набутий людиною в роботі з технікою, існують незалежні чинники: просторові уявлення і технічне розуміння [122]. Під просторовими уявленнями розглядається здатність оперувати зоровими образами, наприклад, при сприйнятті геометричних фігур [87]. Технічне розуміння – це здатність правильно сприймати просторові моделі, порівнювати їх, дізнаватися і розрізняти.

Згідно з таким поділом на два чинники створюються і діагностичні тести, що визначають рівень розвитку технічного мислення. Перші розробники теста на технічні здібності мали на меті перевірку уміння збирати технічні пристосування з окремих деталей. На сьогодні більшість таких тестів створено у вигляді бланкових методик.

Тести технічних здібностей спрямовані на виявлення знань, досвіду, накопичених випробуванім у сфері техніки. Так, наприклад: у тесті Беннета (тест вивчення технічних здібностей), використовують серію картинок із короткими запитаннями [126, с. 305]. (Додаток А). Для відповіді на запитання необхідно розуміти загальні технічні принципи, синтезовані з буденних ситуацій. Близькі до них ефекти визначають тест просторового мислення (ТПМ) І. Якиманської, В. Зархина і Х. – М. Х. Кадаяса, а також тест дослідження інтелекту Р. Амтхауера.

У констатувальному експерименті з метою визначення вихідного рівня технічних здібностей студентів та актуальності поставленої проблеми, ми проводили тестування студентів першого курсу бакалаврату технічних напрямів підготовки Запорізького національного технічного університету. Застосовувався тест Беннета, який спеціально призначений для визначення технічних здібностей. Існують автоматизовані версії тесту, варіанти з рухомими елементами, тривимірні формати картинок тесту, але рівень його складності та змістовне наповнення незмінні і відповідають оперативній навчальній діагностиці. Тест містить 60 завдань, які передбачають вирішення технічних завдань. У кожному завданні студенти повинні

вибирати правильну відповідь із трьох варіантів. Результати тесту подані в табл.2.5.

Таблиця 2.5 – Показники рівня розвитку технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування (перший курс)

Досліджувані	Рівень розвитку технічного мислення (технічних здібностей) у %				
	дуже низький	низький	середній	високий	дуже високий
Студенти першого курсу	15,6	29,6	33,2	15,4	6,2

Проведені нами дослідження на основі тестів Беннета показали (рис. 2.3), що студенти мають досить високий рівень технічних здібностей. Водночас більшість з них мала переважно низький та середній рівні математичної підготовки, недостатньо розвинуте математичне мислення.

Співвідношення рівнів технічного і математичного мислення у студентів на користь технічного говорить про те, що студенти схильні до інтуїтивного й емпіричного вирішення технічних завдань. Саме тестування і його зміст викликали жвавий інтерес студентів, який пояснювався доступністю тесту, його наочністю, а також можливістю спілкування на технічні теми у невимушеній обстановці. На жаль рівень навчальної успішності всіх груп студентів не дозволяє вважати їх технічні здібності і рівень розвитку технічного мислення достатніми для безпосереднього освоєння сучасних вимог професійних стандартів. Очевидно, тести Беннета відповідають як змісту навчального матеріалу, що піддається контролю, так і рівню діяльності, який оцінювався, проте потребують певної модифікації у контексті нашого дослідження.

Аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури, практики підготовки майбутніх інженерів машинобудування дозволив виділити основні концептуальні підходи та теорії, пов'язані з формуванням технічного мислення у професійній освіті. Проте вони не вичерпують методологічної та методичної

основи, яку можна застосувати як підґрунтя для формування технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників.

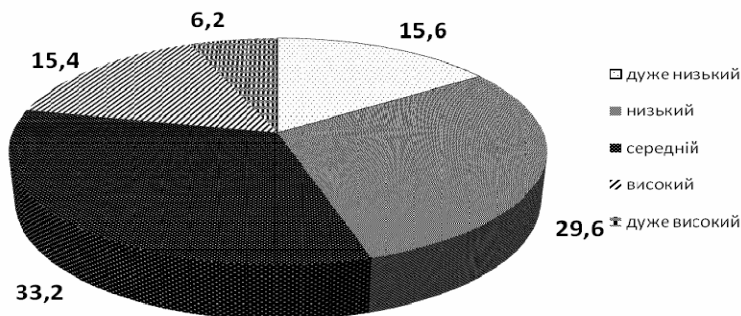


Рисунок 2.3 – Показники рівня розвитку технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування (перший курс)

Насамперед, необхідно розглянути теорію конструктивно-технічної діяльності Т. В. Кудрявцева, яка відіграла визначальну роль у психології та теорії і методиці професійної освіти. Згідно цієї концепції, розгляд структури технічного мислення як особливого виду інтелектуальної діяльності неминуче приводить до питання про шляхи і методи розвитку цього виду мислення. Як зазначає Т. В. Кудрявцев, «сам зміст об'єкта (зміст технічного матеріалу) і способи оперування з ним до певної міри визначають і загальні вимоги до методу його вивчення, ... постійне оперування технічним матеріалом накладає свій відбиток на психологічну структуру розумової діяльності, виробляє певну спрямованість мислення і сприяє переважному розвитку певних якостей розуму» [92, с. 2]. В рамках теорії виявлено загальні принципи розвитку технічного мислення, реалізація яких забезпечила б високий ступінь узагальненості технічних знань у майбутніх інженерів і сформувала б у них спільні підходи до вирішення завдань певного класу. Важливим елементом теорії Т. В. Кудрявцева є розгляд конструктивно-технічної діяльності як навчальної діяльності та виділення притаманних їй таких шести особливостей:

1) новизна її продукту, як правило, є новою тільки для суб'єкта, що розв'язує завдання, хоча саме абсолютна новизна

продукту може ставити конструктивно-технічну задачу в один ряд з винахідницькими;

2) центр пошуку лежить в знаходженні самої ідеї конструкції і супроводжується відносно нескладними розрахунками і складанням неповної технічної документації;

3) вибір оптимального варіанту розв'язання суттєвий, але підпорядкований навчально-педагогічним, а не виробничо-технічним цілям, хоча і враховує їх;

4) розв'язання не обмежується розробкою технічної документації, вираженої у вербально-графічній формі, а нерідко завершується виготовленням натурального об'єкта або його моделі;

5) у зв'язку з цим вирішення завдання може включати в себе оволодіння вміннями і навичками технологічного характеру, які необхідно використовувати для виготовлення об'єкта;

6) з метою формування цілісного процесу багато конструктивно-технічних завдань вирішуються однією людиною від початку до кінця. [92, с. 8].

Важливе дослідження в рамках конструктивно-технічної теорії діяльності, присвячене структурі і особливостям формування технічного мислення, було здійснено М. Мухіною [122]. Розвиваючи цю теорію, М. Мухіна встановила, що структура технічного мислення видозмінюється відповідно до розвитку видів технічної діяльності та самої техніки. У результаті, у структурі технічного мислення виділено 5 компонентів: понятійний, образний, практичний, оперативний, володіння мовою техніки [117]. У рамках даної теорії Є. Чащиним зазначено, що для технічного мислення характерні такі принципи і підстави: просторовість (поєднання конкретних і абстрактних сторін), науковість (верифікованість, фальсифікованість результатів акту мислення), практичність [239].

Новаторською в плані підготовки вітчизняних інженерних кадрів є розроблена в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» під керівництвом О. Романовського інноваційна педагогічна концепція формування національної гуманітарно-технічної еліти.

Основні положення цієї концепції можна подати у вигляді таких тверджень [169, С.4; 216]:

- Професійна підготовка інженерних кадрів повинна забезпечувати гармонійне поєднання професійної компетентності фахівця в обраній сфері діяльності з високим рівнем загальної і професійної культури, чіткими світоглядними позиціями, моральними принципами і переконаннями, з розумінням гуманістичної і суспільної цінності своєї діяльності та її результатів.

- Ця підготовка повинна бути орієнтована не на підготовку відносно вузького елітарного прошарку, а на «підтягування» кожного фахівця до рівня еліти. Розв'язання цього завдання безпосередньо пов'язане із забезпеченням високої якості передовсім їх професійної підготовки.

- Забезпечення необхідної якості освіти і рівня підготовки фахівців потребує якісно нової парадигми, яка, зокрема, враховує принципи і закономірності синергетики і особливості її застосування в такій складній і відповідальній сфері, як освіта.

- Сьогодні, в умовах перманентної кризи в Україні, що набула системного характеру і фактично є кризою управління, країні необхідні висококваліфіковані фахівці у сфері управління, яким властиві розвинене стратегічне мислення, вміння глибоко аналізувати складні проблемні ситуації і знаходити ефективні шляхи і засоби їх подолання.

- Потрібні фахівці не лише з високим рівнем професійної підготовки, але з розвиненими креативними здібностями та інноваційною спрямованістю мислення, здатні розробляти і успішно використовувати перспективні високі технології.

В рамках цієї концепції стосовно проблеми формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування системно розроблені основи і закономірності власне логіки інженерної діяльності та обґрунтовано необхідність як її практичного застосування, так і глибокого усвідомлення студентами ролі і значення цієї логіки для забезпечення їх ефективної професійної і особистісної самореалізації й успішного досягнення ними своїх життєвих цілей.

Послідовники школи О. Романовського наголошують, що при визначенні змісту і сутності логіки інженерної діяльності, і тим більше при організації вивчення її положень майбутніми

інженерами, вкрай необхідно прищеплювати їм розуміння того, що ця логіка визначає лише загальні положення, конкретизація яких у кожному окремому випадку має відбуватися з урахуванням галузевих особливостей машинобудування, місії, цілей і завдань машинобудівного виробництва та індивідуальних рис і характеристик виконавців [217]. Так, Л. Товажнянський та О. Пономарьов підкреслюють, що «... інженер машинобудування повинен не тільки виконувати свої функції відповідно до вимог цієї логіки, а й певним чином регулювати свою діяльність. Завдання ж з виявлення закономірностей і механізмів довільного регулювання людиною своєї діяльності та їх ефективне застосування в системі освіти у практиці професійної підготовки працівників до належного виконання ними функцій фахової діяльності відіграє важливу роль і має міждисциплінарний характер» [217, с. 7].

Зазначена згадка про міждисциплінарний характер завдання саморегуляції діяльності фахівця машинобудування підкреслює зв'язок розглянутої концепції з інтегративним підходом до формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування, до розгляду якого ми і перейдемо.

У контексті нашого дослідження інтегративний підхід заслуговує особливої уваги, висуваючи на перший план концепцію формування творчої особистості майбутнього інженера машинобудування шляхом формування технічного мислення на інтегративній основі: тобто, на першому рівні інтеграції поєднуючи у рамках тієї чи іншої навчальної дисципліни формування двох і більше компонентів технічного мислення, і на більш високому рівні інтеграції – задіяння можливостей двох і більше навчальних дисциплін для реалізації зазначеної мети. З позицій цього підходу формування технічного мислення майбутнього інженера машинобудування постає як процес складного інтегративного утворення особистості фахівця, що забезпечує готовність до творчої самореалізації у професійній діяльності [88].

В рамках інтегративного підходу до формування технічного мислення виконано низку досліджень. Зокрема, у Є. Кряжевої [91] виявлено, що міжпредметна інтеграція в навчанні може стати провідним засобом розвитку технічного

мислення. У цьому випадку механізм розвитку технічного мислення полягає у включенні особи в процес створення нового, передбачає міжпредметне перенесення відповідної системи знань і вмінь, зміну способу дії під час вирішення навчальних завдань. Автором визначено алгоритм проектування і реалізації таких завдань у навчальному процесі, а також виявлено ознаки, які характеризують результат розвитку технічного мислення. Він виражається у вільному оперуванні образами, утриманні їх у пам'яті, узагальненні, прогнозуванні результатів діяльності, вміння працювати з об'ємними предметами в практичному просторі.

Дослідження Є. Кряжевої для нас цікаве тим, що формування технічного мислення студентів відбувається на інтегративній основі. Автор виділяє кілька положень, які ми поділяємо і використовуємо у нашому дослідженні, зокрема, що:

- технічне мислення проявляється в розумінні і вирішенні техніко-технологічних завдань;
- технічне мислення має специфічну структуру, яка містить понятійний, образний, практичний (Т. Кудрявцев), мова техніки (М. Мухіна), оперативний (Ф. Зуєва, М. Мухіна) компоненти;
- технічне мислення передбачає наявність інтегративної (узагальненої) системи знань і умінь, адекватних виконуваних діяльності;
- технічне мислення є операціональною частиною технічних здібностей [91].

Ми також поділяємо висновки Є. Кряжевої, що технічне мислення, як і будь-який інший вид мислення, здійснюється з допомогою відомих розумових операцій (прийомів розумових дій: аналізу, синтезу, узагальнення, порівняння, абстрагування та ін.), але своєрідність технічного матеріалу визначає їх специфічне змістовне наповнення, свої типи зв'язків і відношень, характерні форми їх виокремлення та структурування [91]. Проте у цьому дослідженні автор зосереджується на формуванні технічного мислення студентів під час вивчення всього лише однієї навчальної дисципліни – хімії, – що дещо знижує рівень узагальненості та можливості

перенесення результатів дослідження на інші навчальні дисципліни.

В рамках інтегративного підходу Л. Занфірова характеризує інтегративну програму розвитку технічного мислення, що містить педагогічні впливи, які забезпечують ефект розвитку технічного мислення студентів і становлять собою систему способів формування компонентів технічного мислення (понятійного, образного та дієвого) і його якісних характеристик (інтегративності, оперативності, необхідного рівня творчості і рефлексії). На думку дослідниці, діяльність вищого навчального закладу під час формування технічного мислення може бути ефективною тільки при забезпеченні чіткої координації дій всіх учасників процесу, а механізм реалізації передбачає розподіл функцій педагогічного колективу на різних рівнях його організації, включаючи психологічну службу вишу та курси підвищення кваліфікації викладачів. При цьому ключовим фактором є усвідомленість процесу формування технічного мислення усіма його учасниками, в тому числі й студентами [54].

На думку Ю. Худошиной [238], для розвитку технічного мислення майбутніх викладачів професійного навчання необхідні комплексні міждисциплінарні навчально-пізнавальні завдання. Комплекс таких завдань містить завдання на впізнавання і відтворення, на зіставлення і узагальнення, інтерпретацію і верифікацію, на креативне рішення. Автором виявлена типологія таких завдань, їх можлива спрямованість, ступінь відображення в них технічних проблем. Крім того, автором розроблено діагностичний апарат, що містить когнітивний і діяльнісний критерії. Когнітивний критерій визначає повнота залучення технічних і технологічних знань у відповідях студентів, точність понять, самостійність і доказовість суджень. Своєю чергою діяльнісний критерій характеризують професійність дії (наявність орієнтовної основи технічних і технологічних знань), доцільність дії (відповідність за змістом комплексу тих цілей, які представлені в завданні), оригінальність дії (наявність і відсутність шаблону, формалізму). Цей освітній і діагностичний ресурс, як зазначає

Ю. Худошина, дає змогу забезпечити розвиток технічного мислення у більшості студентів, що беруть участь в експерименті.

Безпосереднє відношення до формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування має теорія розв'язування винахідницьких задач (ТРВЗ). ТРВЗ, насамперед, це своєрідна технологія творчості, що ґрунтується на ідеї, сформульованій Г. Альтшуллером: «Винахідницька творчість пов'язана із зміною техніки, розвивається за певними законами, і що створення нових засобів праці має, незалежно від суб'єктивного до цього відношення, підкорятися об'єктивним закономірностям» [3]. Поява ТРВЗ була викликана потребою прискорити винахідницький процес, виключивши з нього елементи випадковості. Крім того, метою ТРВЗ є поліпшення якості і збільшення рівня винаходів за рахунок подолання психологічної інерції та посилення творчої уяви.

Основний зміст ТРВЗ – виявлення і використання законів, закономірностей і тенденцій розвитку технічних систем. Для розгляду можливостей застосування ТРВЗ для формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування перелічимо її основні функції [60]:

1. Вирішення творчих та винахідницьких завдань будь-якої складності і спрямованості без перебору варіантів.
2. Вирішення наукових і дослідницьких завдань.
3. Виявлення проблем, труднощів і завдань при роботі з технічними системами і під час їх розвитку.
4. Виявлення та усунення причин браку та аварійних ситуацій.
5. Максимально ефективне використання ресурсів природи і техніки для вирішення багатьох проблем.
6. Прогнозування розвитку технічних систем (ТС) і отримання перспективних рішень (в тому числі і принципово нових).
7. Об'єктивна оцінка рішень.
8. Систематизація знань будь-яких галузей діяльності, що дозволяє значно ефективніше використовувати ці знання і на принципово новій основі розвивати конкретні науки.

9. Розвиток творчої уяви та мислення.
10. Розвиток якостей творчої особистості.
11. Розвиток творчих колективів.

Звичайно, ми бачимо багато спільного у функціях ТРВЗ та функціональних обов'язках інженера машинобудування. Елементи ТРВЗ можна і потрібно використовувати у процесі формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування. Ми бачимо застосування елементів ТРВЗ у деяких дослідженнях, пов'язаних з формуванням технічного мислення інженерів. Наприклад, М. Агєєвою запропонована і успішно апробована методика розвитку технічного мислення студентів у процесі навчання фізики, що містить такі етапи як формування фізичних і технічних понять, проведення оглядових занять, навчання складанню фізичних задач, проведення циклу лабораторних робіт [1]. Проте це дослідження стосується розвитку технічного мислення студентів середніх спеціальних навчальних закладів, професійна підготовка яких має свої особливості і суттєво відрізняється від професійної підготовки майбутніх інженерів машинобудування.

Заслугує на увагу дослідження Г. Райковської, у якому здійснена успішна спроба всебічного розгляду і вирішення проблеми розвитку технічного мислення студентів у процесі вивчення креслення [167]. У концептуальному плані дане дослідження ґрунтується на твердженні, що науково-технічний прогрес, зокрема комплексна механізація, автоматизація та комп'ютеризація виробничих процесів, вимагає від майбутнього інженера активного мислення, вирішення нестандартних завдань, пошуково-експериментальної діяльності. Ці якості особистості можна реалізувати за умови відповідного рівня освіти випускників вищих навчальних закладів з високорозвиненим технічним мисленням і графічною грамотністю. Автор теоретично обґрунтувала та експериментально перевірила дидактичні умови, які забезпечують розвиток технічного мислення студентів: професійну компетентність і технічний інтелект викладача, що потребує глибоких техніко-технологічних знань, просторового мислення, конструкторсько-технологічних здібностей,

педагогічної майстерності; усвідомлення і готовність викладача до здійснення розвитку технічного мислення студентів на заняттях креслення, при цьому діяльність викладача повинна бути спрямована на надання студентам знань з графічної підготовки при одночасному розвитку їх технічного мислення; залучення студентів до активної розумової роботи в процесі виконання конструктивно-технічних і творчих завдань; спрямованість змісту навчання на творчий пошук, розв'язання графічних завдань.

Аналізуючи особливості формування технічного мислення студентів, Г. Райковська робить висновок, що студенти мають різні рівні загальноосвітньої підготовки і розвитку технічного мислення, інтереси та творчі індивідуальні здібності. Тому діяльність з розвитку технічного мислення доцільно планувати за ієрархією з урахуванням поступового зростання складності технічних завдань, що забезпечить диференційований підхід до навчання студентів, реалізацію інтересів та творчих індивідуальних здібностей [167].

Проте слід зазначити, що запропоновані Г. Райковською підходи підпорядковані розвитку технічного мислення студентів у процесі вивчення креслення, що значно звужує сферу застосування одержаних результатів у професійній підготовці майбутніх інженерів машинобудування. Разом з тим, розроблений у дослідженні комплекс конструктивно-технічних задач, в основу якого покладено класифікацію з п'яти їх типів: моделювання предметів; «комбінаторику» (конструювання і переконструювання); технологічні задачі; інформаційно-пошукові; творчі, носить більш загальний характер і може бути успішно використаний у професійній підготовці майбутніх інженерів, зокрема й при формуванні у них технічного мислення.

Також цей висновок можна поширити і на визначені рівні технічного мислення: низький (здійснюють часткове моделювання і переконструювання об'єктів; окремі мислительні операції, послідовність яких не виправдана); середній (виконують завдання, що пов'язані з різними діями на переміщення елементів об'єкта, відображення форм і величини

предметів; усі потрібні мисленнєві операції, але послідовність їх недостатньо виражена); високий (успішно виконують всі завдання, які потребують мисленнєвої діяльності різних типів, проявляється її творчий характер; що узгоджується з раціональними прийомами) [167]. Визначені рівні дають можливість здійснювати діагностування загального ступеня розвитку технічного мислення студентів, а не окремих їх мисленнєвих операцій. Вадою змістового наповнення характеристик виділених рівнів є їхня значна узагальненість і розпливчастість.

Отже, ми можемо зробити висновок про те, що поєднання основних положень теорії конструктивно-технічної діяльності (Т. Кудрявцев та його школа, М. Мухіна та ін.), інноваційної педагогічної концепції формування національної гуманітарно-технічної еліти (О. Романовський та його школа) концепції інтегративного навчання (Є. Кряжева, Л. Занфірова, Ю. Худошина та ін.), ТРВЗ (Г. Альтшуллер, В. Петров, М. Агеєва, Г. Райковська та ін.), в основі яких лежать способи наукового пізнання та навчальної діяльності, що виробляють цілісний підхід до формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування, створює теоретичні передумови фахової інженерної освіти, що визначає специфіку організаційно-педагогічного забезпечення процесу професійної підготовки інженерів-машинобудівників.

В умовах упровадження професійних стандартів та необхідності орієнтації на них в освітніх програмах середньої та вищої професійної освіти необхідно визначити комплексні освітні ресурси, які можуть забезпечити адекватну оцінку та забезпечення рівня розвитку технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування.

У Запорізькому національному технічному університеті професійна підготовка майбутніх інженерів-машинобудівників здійснюється за напрямом 6.050503 – «Машинобудування» на факультетах машинобудування (з можливістю одержання спеціальностей «Металорізальні верстати і системи» та «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання») і транспортному (з можливістю

одержання спеціальностей «Колісні та гусеничні транспортні засоби» і «Двигуни внутрішнього згорання»).

Схожа структура та зміст професійної підготовки у інших вищих технічних навчальних закладах, які здійснюють підготовку фахівців спеціальності «Інженерна механіка» на першому ступені вищої освіти. Зокрема, про це свідчить профіль програми підготовки за цією спеціальністю, поданий на сайті Національного університету «Львівська політехніка» [124]. Згідно профілю програми, «студенти отримують необхідні знання та вміння для проектування і конструювання, виготовлення, ремонту, експлуатації, реновації виробів, обладнання й устаткування, технологічного оснащення, інструментів, формування структури технологічних процесів виготовлення та ремонту, застосування новітніх методів обробки матеріалів, нормативних документів, стандартів тощо для забезпечення необхідного рівня якості продукції на підприємствах машинобудування та в інших галузях промисловості. Фахівці з машинобудування володіють необхідними знаннями в галузі розроблення, розрахунку та створення типових і нових виробів, технологічного обладнання, оснащення, проектування технологічних процесів пакування або виготовлення і складання й ін. Сферою їх діяльності є підприємства, установи, організації різного профілю та напрямку діяльності – машинобудування, автомобілебудування, транспорт, легка, переробна, хімічна, електронна галузі промисловості. У процесі навчання студенти освоюють сучасні методики проектування, конструювання, розрахунку із застосуванням традиційних і сучасних засобів і систем проектування. Фахівці здатні проектувати та розробляти сучасні технологічні процеси виготовлення виробів машинобудування, технологічні процеси та устаткування пакування для різних галузей промисловості тощо з використанням сучасних засобів комп'ютерної техніки і найновіших пакетів прикладних програм конструкторського та розрахункового спрямування (Компас, Delcam, Solidwork та ін.)» [124].

Студенти вивчають низку професійно орієнтованих дисциплін, зокрема такі: «Технологічні основи

машинобудування», «Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин», «Групові технологічні процеси», «Технологія обробки типових деталей та складання машин», «Технологія електрофізичних та електрохімічних методів обробки», «Основи САПР», «Зміцнюючі технології», «Твердотільне моделювання» та інші, які, з одного боку, мають значний потенціал для розвитку технічного мислення, а з іншого – потребують засвоєння уже сформованого певного рівня технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування.

Таким чином, формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування є актуальною педагогічною проблемою, основні напрями вирішення якої ми розглянемо у наступних розділах.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО МИСЛЕННЯ У МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ МАШИНОБУДУВАННЯ

3.1 Проведення педагогічного експерименту з перевірки організаційно-педагогічних умов формування технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування

Для підтвердження запропонованої гіпотези дослідження та перевірки ефективності розробленої структурно-функціональної моделі формування технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування було проведено педагогічний експеримент.

Дослідно-експериментальне дослідження проблеми розвитку технічного мислення у студентів в умовах вищого технічного навчального закладу проводилося на базі факультету машинобудування Запорізького національного технічного університету впродовж чотирьох років (2011–2015 рр.). У експерименті взяло участь 106 студентів денного відділення.

У процесі професійної підготовки майбутніх бакалаврів машинобудування вивчення фундаментальних та професійно орієнтованих дисциплін відбувається у традиційній послідовності: читання лекційного курсу, проведення практичних, семінарських і лабораторних занять (у багатьох випадках з відсутнім прямим зв'язком з лекційним курсом), виконання курсових проектів, різні види практики, здійснення підсумкового контролю. Аналіз результатів вивчення низки дисциплін на факультеті машинобудування Запорізького національного технічного університету засвідчив досить низький рівень засвоєння цих дисциплін значною кількістю студентів. Тому метою цього дослідно-експериментального дослідження було виявлення ефективних шляхів розвитку технічного мислення у майбутніх бакалаврів машинобудування.

Теоретико-експериментальне дослідження було проведене в три етапи. Розкриємо їх зміст.

Аналітико-пошуковий етап (2011–2012 рр.): на підставі аналізу науково-педагогічної літератури визначено структуру технічного мислення інженерів машинобудування, виділено його компоненти, внесено зміни у тлумачення оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення, здійснено підбір та адаптацію методик, контрольних робіт і тестових завдань, програми експериментального дослідження; визначено кількісний та якісний склад учасників дослідження, проведено опитування студентів та викладачів.

У ході аналітико-пошукового етапу було проведено констатувальний експеримент з метою дослідження впливу рівня розвитку технічного мислення на засвоєння технічних знань. Майбутні бакалаври машинобудування виконували завдання тесту Беннета «Оцінка рівня розвитку технічного мислення» (Додаток А), здійснювався аналіз результатів діяльності студентів з розв'язування типових задач і завдань та аналіз результатів діяльності студентів з розв'язування завдань і задач творчого характеру.

На підставі даних, отриманих при визначенні початкового рівня розвитку технічного мислення студентів, були обгрунтовані причини низького рівня засвоєння технічних знань. Проведення аналізу результатів діяльності майбутніх бакалаврів машинобудування з розв'язування типових задач і завдань в підтвердило наявність у структурі технічного мислення компонентів, виділених Т. Кудрявцевим [92]. Аналіз результатів діяльності студентів з розв'язування завдань і задач творчого характеру дав змогу зробити припущення про необхідність змістового оновлення одного із компонентів відомої структури технічного мислення, запропонованої М. Мухіною [122]. Разом з тим цей аналіз засвідчив недосконалість тесту Беннета в частині діагностики досягнення студентами середнього і високого рівнів технічного мислення, а також неможливість його застосування для діагностики рівнів сформованості окремих компонентів технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування (понятійного, практичного, образного, оперативно-алгоритмічного та мови техніки).

На операційно-діяльнісному етапі (2012–2014 рр.) аналіз методологічних особливостей технічних наук та практики професійної підготовки майбутніх бакалаврів машинобудування дав змогу обґрунтувати організаційно-педагогічні умови та структурно-функціональну модель формування технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування, розглянуті у п.2.2–2.3 дослідження та розробити систему заходів і завдань, зі сприяння формуванню і розвитку у студентів технічного мислення. Окрім цього, було проведено формувальний експеримент, що містив апробацію розробленої структурно-функціональної моделі, ядром якої стали організаційно-педагогічні умови формування технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників.

Протягом узагальнюючого етапу (2014–2015 рр.) проведено контрольний експеримент з використанням скоректованої системи завдань і системи методик оцінки рівня розвитку технічного мислення у майбутніх інженерів машинобудування.

Проведення констатувального експерименту здійснювалося відповідно до поставлених завдань.

Було встановлено критерії та показники рівнів сформованості технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування. Загальні критерії та показники подані у структурно-функціональній моделі, представленій у другому розділі дослідження.

Розглянемо більш детально показники сформованості окремих компонентів технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування.

Понятійний компонент

Початковий рівень. Розрізняє окремі математичні, фізичні, хімічні, технічні поняття; може дати визначення окремим із них; вказуючи ознаки понять, не відрізняє суттєві від несуттєвих; не може встановити зв'язки між поняттями; не знає закономірностей функціонування найпростіших механізмів.

Низький рівень. Розрізняє системи математичних, фізичних, хімічних, технічних понять; уміє дати визначення

окремим із них; встановлює зв'язки між окремими поняттями, не може встановити зв'язки між системами понять, знає закономірності функціонування найпростіших механізмів і машин.

Середній рівень. Володіє основними математичними, фізичними, хімічними, технічними поняттями; уміє розкрити зміст поняття, порівнювати і співвідносити технічні поняття, систематизувати; інтерпретувати отриману інформацію; знає закономірності функціонування найбільш поширених у машинобудуванні механізмів і машин.

Високий рівень. Кожне з основних математичних, фізичних, хімічних, технічних понять узагальнене; засвоєні суттєві зв'язки даного поняття з іншими; студент вільно оперує поняттями, знає закономірності функціонування найбільш поширених у машинобудуванні механізмів і машин та вміє пояснити принципи їх дії, володіє системою технічних понять.

Образний компонент

Початковий рівень. Розумовий процес безпосередньо пов'язаний із сприйняттям майбутнім бакалавром машинобудування навколишньої дійсності і без нього відбуватися не може. Необхідні для вирішення технічних завдань технічні образи представлені у короткочасній і оперативній пам'яті.

Низький рівень. Необхідні для вирішення технічних завдань технічні образи представлені у короткочасній і оперативній пам'яті. Уміє створювати статичні образи.

Середній рівень. У ході вирішення задачі з технічним змістом майбутній інженер машинобудування уміє подумки перетворювати технічні образи, побачити їх у русі і взаємодії, об'ємно. За допомогою комп'ютерних програм уміє створювати найпростіші 3D моделі деталей і пристроїв.

Високий рівень. образи для вирішення технічних завдань беруться з довготривалої пам'яті. Уміє створювати нові образи і змінювати їх; уміє оперувати динамічними просторовими образами. За допомогою комп'ютерних програм уміє створювати складні 3D моделі деталей і пристроїв.

Практичний компонент

Початковий рівень. Знає деякі знаряддя праці машинобудівника, матеріали і деякі технології обробки матеріалів.

Низький рівень. Знає основні знаряддя праці, матеріали та основні технології обробки деяких матеріалів.

Середній рівень. Знає основні технології обробки матеріалів; уміє використовувати деталі і знаряддя праці, користуватися технічними пристроями, розраховувати основні показники по технічних дисциплінах, збирати конструкцію, схему, зображену умовними знаками.

Високий рівень. Уміє використовувати деталі і знаряддя праці, користуватися технічними пристроями, розраховувати основні показники по технічних дисциплінах, збирати конструкції, схеми, зображені умовними знаками; уміє визначати призначення технічної конструкції, уміє співвіднести результати практичної діяльності з теоретичними знаннями.

Оперативно-алгоритмічний компонент

Початковий рівень. Не розуміє значення оперативної обробки інформації; має розсіяно-дифузне уявлення про алгоритмічні приписи, не вміє їх застосувати на практиці.

Низький рівень. Має уявлення про необхідність своєчасної обробки інформації, уміє за допомогою деяких пошукових систем здійснювати пошук технічної інформації; знає деякі конкретно-алгоритмічні приписи, проте не може повною мірою застосувати їх у процесі вирішення технічних завдань.

Середній рівень. Розуміє значення оперативності обробки інформації; уміє за допомогою різноманітних пошукових систем здійснювати пошук і відбір науково-технічної інформації; може застосувати конкретно-алгоритмічні приписи у процесі вирішення різноманітних технічних завдань; уміє швидко і якісно обробляти технічну літературу, застосувати певне програмне забезпечення у професійній діяльності

Високий рівень. Може застосувати конкретно-алгоритмічні і узагальнені алгоритмічні приписи у процесі вирішення різноманітних технічних завдань; уміє за допомогою різноманітних

пошукових систем здійснювати пошук, відбір, обробку, порівняння і узагальнення науково-технічної інформації, оцінювати оптимальність вирішення технічних завдань; виділяє надмірні і бракуючі дані в технічних завданнях; уміє застосувати різноманітне програмне забезпечення у професійній діяльності.

Мова техніки

Початковий рівень. Знає деякі умовні позначення, вживані в математиці, фізиці, хімії і техніці; має поняття про основи проектування і конструювання.

Низький рівень. Знає одиничні умовні позначення, вживані в математиці, фізиці, хімії і техніці; може прочитати деякі фрагменти креслення, виділяти деякі конструктивні особливості деталей і механізмів; знає основи проектування і конструювання.

Середній рівень. Володіє основними умовними позначеннями, вживаними в математиці, фізиці, хімії і техніці; уміє інтерпретувати інформацію, отриману за допомогою умовних позначень; виділяє деякі конструктивні особливості деталей і механізмів, читає креслення, знає основи проектування і конструювання; уміє технічно грамотно оформляти проекти.

Високий рівень. Уміє вільно оперувати умовними позначеннями, вживаними в математиці, фізиці, хімії і техніці, інтерпретувати інформацію, отриману за допомогою умовних позначень; читає креслення, виділяє конструктивні особливості деталей і механізмів; знає проектування і конструювання; уміє технічно грамотно оформляти проекти, оцінювати грамотність оформлення технічної ідеї за допомогою умовних позначень.

Опора на показники розвитку кожного з компонентів надає можливість підвищити точність оцінки сформованості кожного компонента, що своєю чергою допомагає об'єктивно оцінити успішність вирішення комплексних завдань і визначити рівень розвитку технічного мислення студента.

У процесі реалізації аналітико-пошукового етапу визначався як наявний рівень розвитку технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування, так і вплив рівня розвитку технічного мислення на засвоєння технічних знань.

Визначення наявного рівня технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування проводилося з використанням широко вживаного саме з цією метою тесту Беннета (Додаток А).

Тестування пройшли студенти першого курсу (44 особи). Результати тестування по Беннету на початку першого етапу дослідження наведено в табл. 3.1 та наочно представлені на рис. 3.1.

Таблиця 3.1 – Розподіл майбутніх бакалаврів машинобудування за рівнями сформованості технічного мислення (перший курс) (тест Беннета)

Рівень розвитку технічного мислення	Студенти	
	Кількість	Відсоток, %
дуже низький	13	17,1
низький	30	39,5
середній	22	28,9
високий	8	10,5
дуже високий	3	4,0

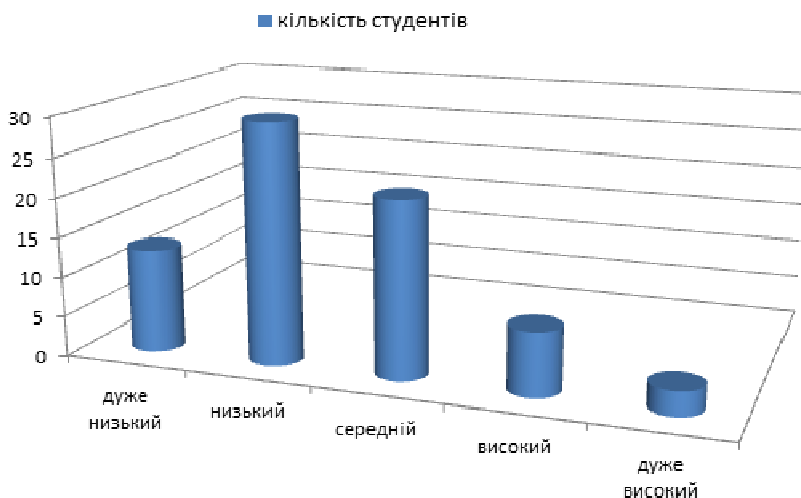


Рисунок 3.1 – Рівень сформованості технічного майбутніх бакалаврів машинобудування (перший курс) (тест Беннета)

Отримані результати тестування показують, що 56,6% майбутніх бакалаврів машинобудування мають рівень розвитку технічного мислення нижче середнього.

Виявлення впливу рівня розвитку технічного мислення на засвоєння технічних знань проводилося за допомогою аналізу процесу вирішення технічних завдань. Аналіз результатів діяльності студентів з розв'язування технічних завдань і задач здійснювався в процесі розв'язування студентами задач з технічним змістом у процесі вивчення дисциплін «Фізика» та «Хімія», а також «Теорія механізмів і машин».

Констатувальним експериментом було охоплено 76 студентів. Студенти детально коментували процес розв'язування фізичної або хімічної задачі, за необхідності супроводжуючи його малюнками. Під час вирішення технічного завдання студенти усі свої міркування і варіанти розв'язання промовляли вголос, а якщо було необхідно, то деякі елементи розв'язування задачі зображували на аркуші паперу. Викладач усі дії і пояснення студента фіксував.

При аналізі процесу вирішення завдань та інших видів навчальної діяльності студентів удалося встановити, що саме і чому заважає студентові впоратися з розв'язанням задачі. Так, якщо студент не володіє основними поняттями, то він не здатен продуктивно мислити, не має методологічних основ – отже, основні поняття мають бути добре сформовані у майбутніх бакалаврів машинобудування. Вони є базою для подальшого розвитку всіх компонентів технічного мислення.

Аналіз процесу вирішення завдань і задач студентами показав, що їм часто доводиться спиратися на образне мислення (уявляти абсолютний і відносний рух тіл, рух ланок, рух усього механізму загалом і та ін.). Більше того, без уміння уявляти собі положення і переміщення елементів технічних об'єктів майбутній бакалавр машинобудування взагалі не має можливості побачити образ технічного об'єкта. Від того, наскільки точно студент зумів створити у своїй уяві образ технічного об'єкта, багато в чому залежить ефективність розв'язання задачі.

Аналіз процесу розв'язування показав також, що при вирішенні завдань студенти застосовують уже випробувані ними на практиці дії. Це підтверджує відоме положення Т. Кудрявцева

про те, що опора на практичні дії має найважливіше значення в процесі вирішення технічних завдань [88].

Аналіз процесу розв'язування майбутніми інженерами машинобудування задач з технічним змістом, типових технічних завдань також підтвердив висновки Т. Кудрявцева про необхідність формування в процесі навчання виявлених ним певних компонентів технічного мислення. Нині зміст типових завдань, характерних для технічних дисциплін, зазнав суттєвих змін лише в частині завдань, пов'язаних з використанням комп'ютерної техніки і програмного забезпечення. Аналіз процесу вирішення завдань засвідчує необхідність для успішного вирішення студентами технічних завдань певного рівня їх технічного мислення. Таким чином, спостереження за процесом вирішення завдань студентами знову підтверджує правомірність виділення саме цих компонентів як необхідних для успішного вирішення технічних завдань і підвищення якості засвоєння студентами навчального матеріалу у процесі професійного навчання.

Констатувальний експеримент також показав, що навчити майбутніх бакалаврів машинобудування вирішувати типові завдання дуже важливо, оскільки вони сприяють формуванню у них базових знань, умінь і компетенцій як з фундаментальних дисциплін, так і з професійно орієнтованих дисциплін. Але типові завдання недостатньо знайомлять студентів з реаліями сьогоденного машинобудування, що стрімко оновлюється. Тому, щоб наблизити майбутніх інженерів-машинобудівників до сучасних завдань, у навчальний процес необхідно залучати і нетипові завдання, що відбивають сучасний стан розвитку машинобудування. Аналіз процесу вирішення нетипових завдань показав, що для їх успішного розв'язання недостатньо сформованості у студентів виділених вище структурних компонентів технічного мислення. Для їх успішного вирішення майбутній інженер машинобудування мусить *оволодіти мовою техніки та сформувати оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення* [122].

Аналіз процесу вирішення технічних завдань дав змогу зробити висновки про те, що значна частина студентів не

справляється з розв'язуванням типових завдань, і виявити причини цього – однією з головних причин є недостатня сформованість компонентів технічного мислення, які потрібні для вирішення завдання.

Порівняння використовуваних студентом знань, умінь і компетенцій студентів (згідно з зафіксованою послідовністю їх дій у процесі виконання завдання з технічним змістом) з так званими «еталонними» діями, які потрібні для правильного і повного виконання завдання створює підстави для поділу студентів на три групи.

До першої групи належать студенти, що успішно впоралися з розв'язуванням запропонованого завдання; до другої групи – студенти, що частково впоралися з розв'язуванням; до третьої групи – студенти, що не впоралися із завданням.

Результати аналізу виконання студентами факультету машинобудування типових завдань представлені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Адаптовані показники розподілу студентів за рівнями сформованості технічного мислення за результатами виконання тесту Беннета

Показники	Рівень розвитку технічного мислення (технічних здібностей)			
	початковий	низький	середній	високий
Бали	Менше 32	33–38	39–47	Більше 48

Згідно з даними, наведеними в таблиці видно, що значна частина студентів (40 осіб) не впоралася із завданням, показала низький рівень сформованості компонентів технічного мислення. Це було, на наш погляд, головною причиною труднощів, яких зазнали студенти під час засвоєння теоретичного матеріалу, а також при виконанні лабораторних робіт.

Для виявлення повної картини впливу низького рівня розвитку технічного мислення студентів на засвоєння технічних знань ми провели аналіз результатів перевірки засвоєння знань із дисциплін «Фізика» та «Теорія механізмів і машин» на іспитах.

Було виявлено, що з дисципліни «Теорія механізмів і машин» середній показник на іспиті дорівнює 71 бал, із дисципліни «Фізика» – 66 балів.

Поза сумнівом, одна з причин низької успішності – недостатній рівень розвитку технічного мислення, що видно з описів процесів вирішення технічних завдань, але очевидно, що причин може бути декілька. Проведення тестувань, спостережень, опитувань, бесід виявило типові недоліки в підготовці майбутніх інженерів машинобудування. До них відносяться:

- труднощі, яких зазнавали студенти під час встановлення наукових основ функціонування технічних і технологічних об'єктів;
- недостатність оволодіння майбутніми бакалаврами машинобудування практичними навичками роботи з технічними об'єктами;
- недостатній розвиток технічного мислення.

Проаналізувавши отримані результати, ми дійшли висновку, що саме низький рівень розвитку технічного мислення є головною причиною недоліків у професійній освіті майбутніх інженерів машинобудування, з якої випливають усі інші. Дослідження показало, що формування та розвиток технічного мислення повинні забезпечити істотний вплив на процес фахової підготовки майбутнього бакалавра машинобудування, полегшити засвоєння наукових основ функціонування технічних і технологічних об'єктів, сприяти формуванню його професійної компетентності.

Таким чином, констатувальний експеримент, проведений за допомогою двох методик: аналізу результатів діяльності майбутніх інженерів машинобудування і за тестом Беннета, а також результати підсумкової перевірки екзаменаційної успішності окремих дисциплін, засвідчують низький рівень розвитку технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, що негативно відбиваються на успішності вивчення студентами фахових дисциплін.

Для забезпечення коректного визначення і порівняння результатів педагогічного експерименту прийнято виділяти дві групи – контрольну та експериментальну – та отримувати дані

про початковий і кінцевий рівні навченості для визначення точного стану знань, умінь, навичок, компетенцій до і після експерименту. Було проведено вибір і вирівнювання складу контрольної та експериментальної груп на основі виконання студентами адаптованого для нашого дослідження тесту Беннета та контрольного зрізу рівня сформованості компонентів технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування. Адаптація теста Беннета полягала у зміні кількості рівнів сформованості технічного мислення до 4: початковий; низький; середній; високий.

Табл. 3.2 містить адаптовані показники розподілу студентів за рівнями сформованості технічного мислення за результатами виконання тесту Беннета.

До контрольної групи (КГ) увійшли 56 студентів, тоді як експериментальна група (ЕГ) налічувала 50 осіб.

Після формування груп було перевірено відсутність статистично значимих відмінностей між представниками КГ і ЕГ за показником рівня сформованості технічного мислення.

У контрольній та експериментальній групах з метою виявлення рівня навчальної підготовленості студентів було проведено комп'ютерне тестування (тест Беннета). Отримані результати представлено в табл. 3.3 та на рис. 3.2 у вигляді розподілу студентів за рівнями сформованості технічного мислення.

Таблиця 3.3 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості технічного мислення (тест Беннета)

Рівень	Назва груп та кількість студентів за рівнем сформованості технічного мислення		Всього
	КГ	ЕГ	
Початковий	13	11	24
Низький	16	13	29
Середній	16	17	33
Високий	11	9	20
	56	50	106

Порівняння отриманих даних виконувалось для підтвердження однаковості вихідного рівня сформованості технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, що входили до контрольної і експериментальної груп. У нульовій гіпотезі H_0 стверджувалось про відсутність значних відмінностей у розподілі майбутніх бакалаврів машинобудування експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості технічного мислення. Альтернативна їй гіпотеза H_1 полягала у тому, що наявні сформованості технічного мислення. Альтернативна гіпотеза H_1 полягала у тому, що існують істотні відмінності у розподілі студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості технічного мислення.



Рисунок 3.2 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості технічного мислення (на початок експерименту)

Для перевірки факту, що за розглянутими рівнями експериментальна і контрольна групи статистично не відрізняються між собою, був використаний критерій χ^2 [39], тобто непараметричний критерій Пірсона, адаптований для педагогічних досліджень. Його застосування було зумовлене виконанням відповідних умов:

- 1) обидві вибірки випадкові;
- 2) вони незалежні, і члени кожної вибірки незалежні між собою;
- 3) шкала вимірювань може бути не вище шкали найменувань з кількома категоріями.

У нашому випадку кількість категорій дорівнює кількості рівнів k . Тоді кількість ступенів вільності дорівнює $k-1$.

Значення статистики критерію χ^2 було розраховано за формулою [85; С. 637]:

$$\chi^2 = \frac{1}{n_1 \cdot n_2} \sum_{i=1}^k \frac{(n_1 Q_{1i} - n_1 Q_{2i})^2}{Q_{1i} + Q_{2i}}, \quad (3.1)$$

де: n_1, n_2 – об'єми вибірок;

Q_{1i}, Q_{2i} – кількість елементів відповідної вибірки, що відносяться до i -го рівня;

k – кількість рівнів.

$$T_{11} = \frac{1}{n_1 n_2} \left[\frac{(n_1 O_{11} - n_2 O_{21})^2}{O_{11} + O_{21}} + \frac{(n_1 O_{12} - n_2 O_{22})^2}{O_{12} + O_{22}} + \frac{(n_1 O_{13} - n_2 O_{23})^2}{O_{13} + O_{23}} + \frac{(n_1 O_{14} - n_2 O_{24})^2}{O_{14} + O_{24}} \right] =$$

$$\frac{1}{56 \cdot 50} \left[\frac{(56 \cdot 13 - 50 \cdot 11)^2}{13 + 11} + \frac{(56 \cdot 16 - 50 \cdot 13)^2}{16 + 13} + \frac{(56 \cdot 16 - 50 \cdot 17)^2}{16 + 17} + \frac{(56 \cdot 11 - 50 \cdot 9)^2}{11 + 9} \right] \approx 1,73$$

Для частот згідно табл. 3.3 було одержано значення критерію для рівнів сформованості технічного мислення студентів, яке дорівнює $T_{11} = 1,73$ (КГ та ЕГ). Критичне значення для трьох ступенів вільності при рівні значущості $\alpha = 0,05$ дорівнює 7,815 [39]. Оскільки значення статистики χ^2 суттєво менше критичного значення, то згідно з правилами прийняття рішення [39], одержані результати для всіх випадків дають підставу для прийняття нульової гіпотези та відхилення альтернативної гіпотези щодо наявності суттєвих відмінностей у розподілі студентів за рівнями сформованості технічного

мислення в експериментальній та контрольній групах, тобто про належність вибірок випадкової величини до однієї генеральної сукупності.

Ми вже вказували про недостатність застосування тесту Беннета для визначення рівня сформованості технічного мислення студентів у випадку застосування творчих завдань технічного змісту. Також тест Беннета не дає можливості здійснити діагностику рівнів сформованості компонентів технічного мислення. З цією метою була розроблена авторська методика визначення кількісних показників сформованості технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування та його компонентів. В основу методики покладені модифіковані елементи тесту Армтхауера, принципи побудови та елементи завдань М. Мухіної [122], та методика Л. Мітіної і О. Асмаковець «Визначення коефіцієнтів розподілу за рівнями» [117].

Майбутні бакалаври машинобудування виконували комплекс завдань на діагностику кожного із компонентів технічного мислення (Додаток Д).

Для визначення відповідних показників рівнів сформованості компонентів технічного мислення студентів була використана методика Л. Мітіної і О. Асмаковець «Визначення коефіцієнтів розподілу за рівнями» [117]. Згідно з нею обчислювалися мінімальна і максимальна можливі суми балів за кожним із компонентів окремо. У нашому випадку для кожного із компонентів технічного мислення мінімальна сума балів становила 0 балів, максимальна сума балів – 15 балів.

З врахуванням коефіцієнтів розподілу за рівнями обчислювалися показники для розподілу отриманих сум за чотирма рівнями сформованості компонентів технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування. Чотирирівнева діагностика передбачає встановлення коефіцієнту 0,25 для верхньої межі початкового рівня, коефіцієнт 0,45 для верхньої межі низького рівня і коефіцієнт 0,75 – для верхньої межі середнього рівня.

Верхня межа початкового рівня визначалася за формулою

$$P_v = (\sum \min + \sum \max) \times 0,25 \quad (3.1)$$

де P_v – кількісний показник верхньої межі низького рівня (вона ж визначає нижню межу середнього рівня);

$\sum \min$ – мінімально можлива сума балів для кожного компонента технічного мислення;

$\sum \max$ – максимально можлива сума балів для кожного компонента технічного мислення.

Аналогічно визначалася верхня межа низького та середнього рівнів:

а) для низького рівня:

$$H_v = (\sum \min + \sum \max) \times 0,45 \quad (3.2)$$

де H_v – кількісний показник верхньої межі низького рівня;

$\sum \min$ – мінімально можлива сума балів для кожного компонента технічного мислення;

$\sum \max$ – максимально можлива сума балів для кожного компонента технічного мислення.

б) для середнього рівня:

$$C_v = (\sum \min C + \sum \max C) \times 0,75 \quad (3.3)$$

де C_v – кількісний показник верхньої межі середнього рівня (він же кількісний показник нижньої межі високого рівня).

Результати розрахунків подані у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Кількісні показники рівнів сформованості компонентів технічного мислення (бали)

Мінімальна сума балів	Максимальна сума балів	Рівні			
		Початковий	Низький	Середній	Високий
0	15	Менше 4	4-7	8-11	12-15

За такою ж схемою визначався інтегральний показник меж рівнів сформованості технічного мислення. Зокрема, мінімальна сума балів становила 0 балів, максимальна сума балів – 75 балів.

Результати розрахунків подані у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Кількісні показники рівнів сформованості технічного мислення (бали)

Мінімальна сума балів	Максимальна сума балів	Рівні			
		Початковий	Низький	Середній	Високий
0	75	Менше 19	19–33	34–56	57–75

У контрольній та експериментальній групах з метою виявлення рівня сформованості окремих компонентів технічного мислення студентів була застосована дана методика.

В табл. 3.6 представлено розподіл майбутніх інженерів машинобудування за рівнями сформованості понятійного компонента технічного мислення.

Таблиця 3.6 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості понятійного компонента технічного мислення

Рівень сформованості	Групи			
	КГ		ЕГ	
	%	Кільк.	%	Кільк.
Початковий	44,6	25	44,0	22
Низький	37,5	21	40,0	20
Середній	17,9	10	16,0	8
Високий	0	0	0	0

Порівняння отриманих наборів даних між собою виконувалось для підтвердження однаковості вихідного рівня сформованості понятійного компонента технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, що входили до контрольної і експериментальної груп. У нульовій гіпотезі H_0 стверджувалось про відсутність значних відмінностей у розподілі майбутніх бакалаврів машинобудування експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості понятійного

компонента технічного мислення. Альтернативна їй гіпотеза H_1 полягала у тому, що існують істотні відмінності у розподілі студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості технічного мислення.

Для перевірки того факту, що за розглянутими рівнями експериментальна та контрольна групи статистично не мають відмінності, був використаний критерій χ^2 [39]. Так як частоти високого рівня менше 5, критерій для $k=4$ застосовувати не можна [39]. Проте об'єднання високого та середнього рівнів забезпечує дотримання умов застосування даного критерію.

Значення статистики обчислимо за формулою для $k=3$:

$$T_{33} = \frac{1}{n_1 n_2} \left[\frac{(n_1 O_{11} - n_2 O_{21})^2}{O_{11} + O_{21}} + \frac{(n_1 O_{12} - n_2 O_{22})^2}{O_{12} + O_{22}} + \frac{(n_1 O_{13} - n_2 O_{23})^2}{O_{13} + O_{23}} \right] =$$

$$\frac{1}{56 \cdot 50} \left[\frac{(56 \cdot 25 - 50 \cdot 22)^2}{25 + 22} + \frac{(56 \cdot 21 - 50 \cdot 20)^2}{21 + 20} + \frac{(56 \cdot 10 - 50 \cdot 8)^2}{10 + 8} \right] \approx 1,46$$

Отже, нами було одержано значення статистики критерію для рівнів сформованості понятійного компонента технічного мислення студентів, яке дорівнює $T_{21} = 1,46$ (КГ та ЕГ). Критичне значення для двох ступенів вільності при рівні значущості $\alpha = 0,05$ дорівнює 5,99 [39]. Оскільки значення статистики χ^2 суттєво менші критичного значення, то згідно з правилами прийняття рішення [39], одержані результати для всіх випадків дають підставу для прийняття нульової гіпотези та відхилення альтернативної гіпотези про наявність суттєвих відмінностей у розподілі студентів за рівнями сформованості понятійного компонента технічного мислення в експериментальній та контрольній групах, тобто про належність вибірок випадкової величини до однієї генеральної сукупності.

Науочно одержані результати подані на рис. 3.3.

Відповідно в табл. 3.7 та на рис. 3.4 представлено розподіл майбутніх інженерів машинобудування за рівнями сформованості образного компонента технічного мислення.

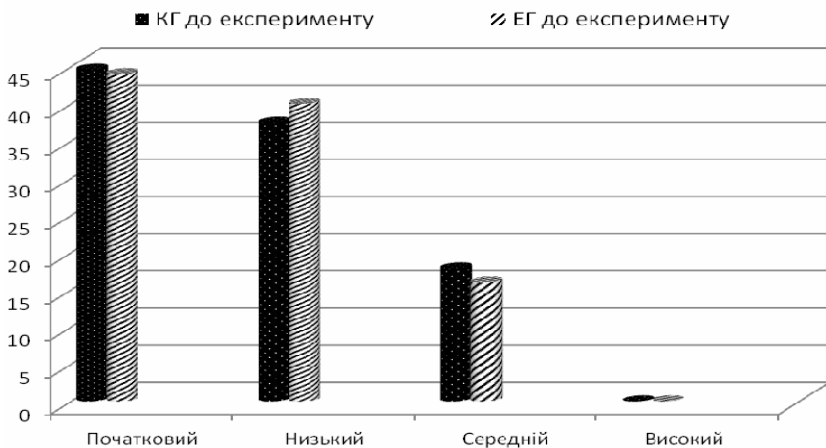


Рисунок 3.3 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями розвитку понятійного компонента технічного мислення

Таблиця 3.7 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості образного компонента технічного мислення

Рівень сформованості			Групи			
			КГ		ЕГ	
			%	кільк	%	кільк
Початковий	35,7	20	42,0	21		
Низький	46,4	26	40,0	20		
Середній	17,9	10	18,0	9		
Високий	0	0	0	0		

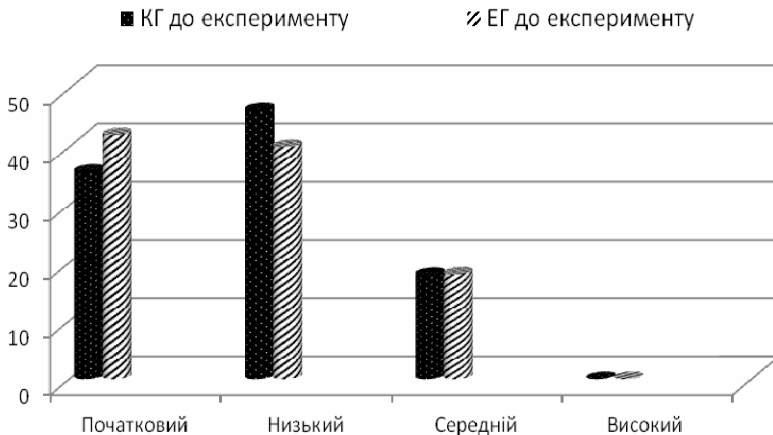


Рисунок 3.4 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями розвитку образного компонента технічного мислення

Порівняння отриманих наборів даних виконувалось для підтвердження однаковості вихідного рівня сформованості образного компонента технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, що входили до контрольної і експериментальної груп. У нульовій гіпотезі H_0 стверджувалось про відсутність значних відмінностей у розподілі майбутніх бакалаврів машинобудування експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості образного компонента технічного мислення. Альтернативна їй гіпотеза H_1 полягала у тому, що існують істотні відмінності у розподілі студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості образного компонента технічного мислення.

Для перевірки того факту, що за розглянутими рівнями експериментальна та контрольна групи статистично не мають відмінностей, був використаний критерій χ^2 [39]. Так як частоти високого рівня менше 5, критерій для $k=4$ застосовувати не можна [39]. Проте об'єднання високого та середнього рівнів забезпечує дотримання умов застосування даного критерію.

Значення статистики обчислимо за формулою для $k=3$:

$$T_{33} = \frac{1}{n_1 n_2} \left[\frac{(n_1 O_{11} - n_2 O_{21})^2}{O_{11} + O_{21}} + \frac{(n_1 O_{12} - n_2 O_{22})^2}{O_{12} + O_{22}} + \frac{(n_1 O_{13} - n_2 O_{23})^2}{O_{13} + O_{23}} \right] =$$

$$\frac{1}{56 \cdot 50} \left[\frac{(56 \cdot 20 - 50 \cdot 21)^2}{20 + 21} + \frac{(56 \cdot 26 - 50 \cdot 20)^2}{26 + 20} + \frac{(56 \cdot 10 - 50 \cdot 9)^2}{10 + 9} \right] \approx 1,88$$

Отже, нами було одержано значення статистики критерію для рівнів сформованості образного компонента технічного мислення студентів, яке дорівнює $T_{22} = 1,88$ (КГ та ЕГ). Критичне значення для двох ступенів вільності при рівні значущості $\alpha = 0,05$ дорівнює 5,99 [39]. Оскільки значення статистики χ^2 суттєво менші критичного значення, то згідно з правилами прийняття рішення, одержані результати для всіх випадків дають підставу для прийняття нульової гіпотези та відхилення альтернативної гіпотези про наявність суттєвих відмінностей у розподілі студентів за рівнями сформованості образного компонента технічного мислення в експериментальній та контрольній групах, тобто про належність вибірок випадкової величини до однієї генеральної сукупності.

В табл. 3.8 та на рис. 3.5 представлено розподіл майбутніх інженерів машинобудування за рівнями сформованості практичного компонента технічного мислення.

Таблиця 3.8 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості практичного компонента технічного мислення

Рівень сформованості	Групи			
	КГ		ЕГ	
	%	кільк	%	кільк
Початковий	53,6	30	52,0	26
Низький	39,3	22	42,0	21
Середній	7,1	4	6,0	3
Високий	0	0	0	0

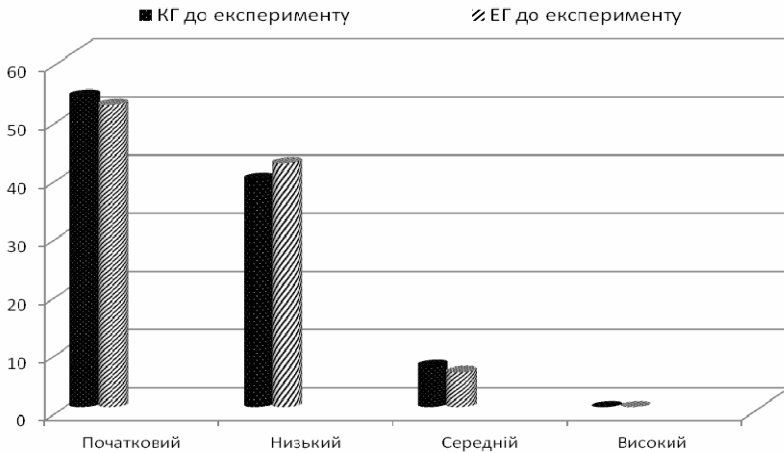


Рисунок 3.5 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями розвитку практичного компонента технічного мислення (у %)

Порівняння отриманих даних між собою виконувалось для підтвердження однаковості вихідного рівня сформованості практичного компонента технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, що входили до контрольної і експериментальної груп. У нульовій гіпотезі H_0 стверджувалось про відсутність значних відмінностей у розподілі майбутніх бакалаврів машинобудування експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості практичного компонента технічного мислення. Альтернативна їй гіпотеза H_1 полягала у тому, що існують істотні відмінності у розподілі студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості практичного компонента технічного мислення.

Для перевірки того факту, що за розглянутими рівнями експериментальна та контрольна групи статистично не відрізняються між собою, був використаний критерій χ^2 [39]. Так як частоти високого рівня та середнього рівнів менше 5, критерій для $k=4$ та для $k=3$ застосовувати не можна [39]. Проте об'єднання високого, середнього та низького рівнів забезпечує дотримання умов застосування даного критерію.

Значення статистики обчислимо за формулою для $k=2$:

$$T_{23} = \frac{1}{n_1 n_2} \left[\frac{(n_1 O_{11} - n_2 O_{21})^2}{O_{11} + O_{21}} + \frac{(n_1 O_{12} - n_2 O_{22})^2}{O_{12} + O_{22}} \right] =$$

$$\frac{1}{56 \cdot 50} \left[\frac{(56 \cdot 30 - 50 \cdot 26)^2}{30 + 26} + \frac{(56 \cdot 26 - 50 \cdot 24)^2}{26 + 24} \right] \approx 1,39$$

Отже, нами було одержано значення статистики критерію для рівнів сформованості понятійного компонента технічного мислення студентів, яке дорівнює $T_{23} = 1,39$ (КГ та ЕГ). Критичне значення статистики критерію для одного ступеня вільності при рівні значущості $\alpha = 0,05$ дорівнює 3,84 [39]. Оскільки значення статистики χ^2 менше критичного значення, то згідно з правилами прийняття рішення [39], одержані результати дають підставу для прийняття нульової гіпотези та відхилення альтернативної гіпотези про наявність суттєвих відмінностей у розподілі студентів за рівнями сформованості практичного компонента технічного мислення в експериментальній та контрольній групах, тобто про належність вибірок випадкової величини до однієї генеральної сукупності.

Відповідно, в табл. 3.9 та на рис. 3.6 представлено розподіл майбутніх інженерів машинобудування за рівнями сформованості оперативного-алгоритмічного компонента технічного мислення.

Таблиця 3.9 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості оперативного-алгоритмічного компонента технічного мислення

Рівень сформованості	Групи			
	КГ		ЕГ	
	%	кільк	%	кільк
Початковий	57,1	32	56,0	28
Низький	42,9	24	42,0	21
Середній	0	0	2,0	1
Високий	0	0	0	0

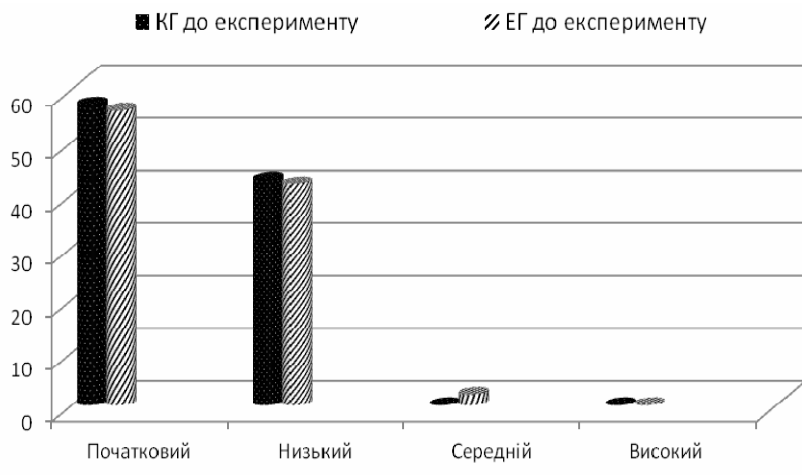


Рисунок 3.6 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями розвитку оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення

Порівняння отриманих наборів даних між собою виконувалось для підтвердження однаковості вихідного рівня сформованості оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, що входили до контрольної і експериментальної груп. У нульовій гіпотезі H_0 стверджувалось про відсутність значних відмінностей у розподілі майбутніх бакалаврів машинобудування експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення. Альтернативна їй гіпотеза H_1 полягала у тому, що наявні істотні відмінності у розподілі студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення.

Для перевірки того факту, що за розглянутими рівнями експериментальна та контрольна групи статистично не відрізняються між собою, був використаний критерій χ^2 [39]. Так як частоти високого та середнього рівнів менше 5, критерій для $k=4$ та для $k=3$ застосовувати не можна [39]. Проте об'єднання високого, середнього та низького рівнів забезпечує дотримання умов застосування даного критерію.

Значення статистики обчислимо за формулою для $k=2$:

$$T_{24} = \frac{1}{n_1 n_2} \left[\frac{(n_1 O_{11} - n_2 O_{21})^2}{O_{11} + O_{21}} + \frac{(n_1 O_{12} - n_2 O_{22})^2}{O_{12} + O_{22}} \right] =$$

$$\frac{1}{56 \cdot 50} \left[\frac{(56 \cdot 32 - 50 \cdot 28)^2}{32 + 28} + \frac{(56 \cdot 24 - 50 \cdot 22)^2}{24 + 22} \right] \approx 1,38$$

Отже, одержали значення статистики критерію для рівнів сформованості оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення студентів, яке дорівнює $T_{23} = 1,38$ (КГ та ЕГ). Критичне значення статистики критерію для одного ступеня вільності при рівні значущості $\alpha = 0,05$ дорівнює 3,84 [39]. Оскільки значення статистики χ^2 менше критичного значення, то згідно з правилами прийняття рішення [39], одержані результати дають підставу для прийняття нульової гіпотези та відхилення альтернативної гіпотези про наявність суттєвих відмінностей у розподілі студентів за рівнями сформованості оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення в експериментальній та контрольній групах, тобто про належність вибірок випадкової величини до однієї генеральної сукупності.

Відповідно, в табл. 3.10 та на рис. 3.7 представлено розподіл майбутніх інженерів машинобудування за рівнями сформованості мови техніки як компонента технічного мислення.

Таблиця 3.10 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості мови техніки як компонента технічного мислення

Рівень сформованості	Групи			
	КГ		ЕГ	
	%	кільк	%	кільк
Початковий	50,0	28	54,0	27
Низький	46,4	26	46,0	23
Середній	3,6	2	0	0

Високий	0	0	0	0
---------	---	---	---	---

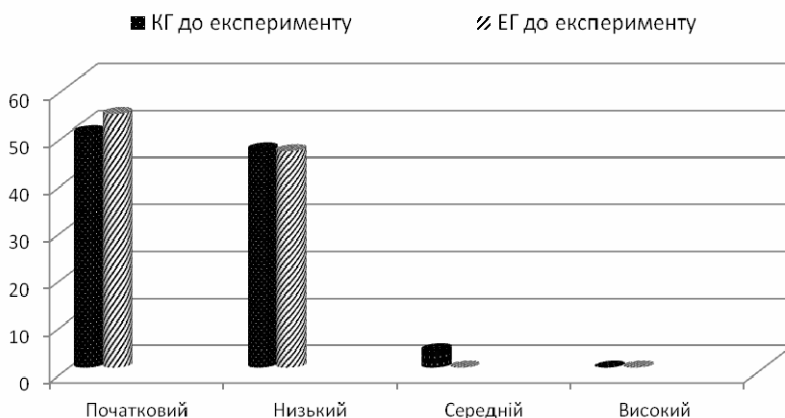


Рисунок 3.7 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями розвитку мови техніки як компонента технічного мислення

Порівняння отриманих наборів даних між собою виконувалось для підтвердження однаковості вихідного рівня сформованості мови техніки як компонента технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, що входили до контрольної і експериментальної груп. У нульовій гіпотезі H_0 стверджувалось про відсутність значних відмінностей у розподілі майбутніх бакалаврів машинобудування експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості мови техніки як компонента технічного мислення. Альтернативна їй гіпотеза H_1 полягала у тому, що наявні істотні відмінності у розподілі студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості мови техніки як компонента технічного мислення.

Для перевірки того факту, що за розглянутими рівнями експериментальна та контрольна групи статистично не мають відмінностей, був використаний критерій χ^2 [39]. Оскільки частоти високого та середнього рівнів менше 5, критерій для $k=4$ та для $k=3$ застосовувати не можна [39]. Проте об'єднання високого, середнього та низького рівнів забезпечує дотримання умов застосування даного критерію.

Значення статистики обчислимо за формулою для $k=2$:

$$T_{24} = \frac{1}{n_1 n_2} \left[\frac{(n_1 O_{11} - n_2 O_{21})^2}{O_{11} + O_{21}} + \frac{(n_1 O_{12} - n_2 O_{22})^2}{O_{12} + O_{22}} \right] =$$

$$\frac{1}{56 \cdot 50} \left[\frac{(56 \cdot 28 - 50 \cdot 27)^2}{28 + 27} + \frac{(56 \cdot 28 - 50 \cdot 23)^2}{28 + 23} \right] \approx 1,53$$

Отже, одержали значення статистики критерію для рівнів сформованості мови техніки як компонента технічного мислення студентів, яке дорівнює $T_{24} = 1,38$ (КГ та ЕГ). Критичне значення статистики критерію для одного ступеня вільності при рівні значущості $\alpha = 0,05$ дорівнює 3,84 [39]. Оскільки значення статистики χ^2 менше критичного значення, то згідно з правилами прийняття рішення [39], одержані результати дають підставу для прийняття нульової гіпотези та відхилення альтернативної гіпотези про наявність суттєвих відмінностей у розподілі студентів за рівнями сформованості мови техніки як компонента технічного мислення в експериментальній та контрольній групах, тобто про належність вибірок випадкової величини до однієї генеральної сукупності.

У табл. 3.11 та на рис. 3.8 представлено розподіл майбутніх інженерів машинобудування за рівнями сформованості технічного мислення.

Таблиця 3.11 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості технічного мислення (інтегральний показник)

Рівень сформованості	Групи			
	КГ		ЕГ	
	%	кільк	%	кільк
Початковий	46,4	26	42,0	21
Низький	46,4	26	54,0	27

Середній	7,2	4	4,0	2
Високий	0	0	0	0

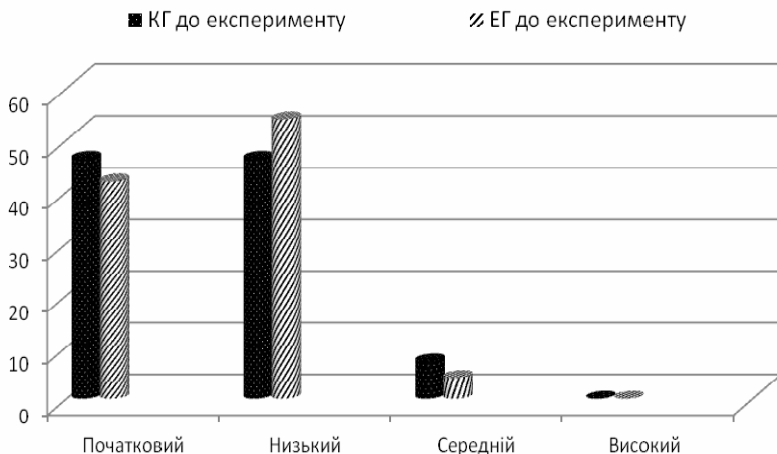


Рисунок 3.8 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями розвитку технічного мислення (інтегральний показник)

Порівняння отриманих наборів даних між собою виконувалось для підтвердження однаковості вихідного рівня сформованості образного компонента технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, що входили до контрольної і експериментальної груп. У нульовій гіпотезі H_0 стверджувалось про відсутність значних відмінностей у розподілі майбутніх бакалаврів машинобудування експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості образного компонента технічного мислення. Альтернативна їй гіпотеза H_1 полягала у тому, що наявні істотні відмінності у розподілі студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості образного компонента технічного мислення.

Для перевірки того факту, що за розглянутими рівнями експериментальна та контрольна групи статистично не мають відмінностей, був використаний критерій χ^2 [39]. Так як частоти високого рівня та середнього рівнів менше 5, критерій для $k=4$ та для $k=3$ застосовувати не можна [39]. Проте об'єднання високого,

середнього та низького рівнів забезпечує дотримання умов застосування даного критерію.

Значення статистики обчислимо за формулою для $k=2$:

$$T_{24} = \frac{1}{n_1 n_2} \left[\frac{(n_1 O_{11} - n_2 O_{21})^2}{O_{11} + O_{21}} + \frac{(n_1 O_{12} - n_2 O_{22})^2}{O_{12} + O_{22}} \right] =$$
$$\frac{1}{56 \cdot 50} \left[\frac{(56 \cdot 26 - 50 \cdot 21)^2}{26 + 21} + \frac{(56 \cdot 26 - 50 \cdot 27)^2}{26 + 27} \right] \approx 1,33$$

Отже, нами було одержано значення статистики критерію для рівнів сформованості технічного мислення студентів, яке дорівнює $T_{25} = 1,33$ (КГ та ЕГ). Критичне значення статистики критерію для одного ступеня вільності при рівні значущості $\alpha = 0,05$ дорівнює 3,84 [39]. Оскільки значення статистики χ^2 менше критичного значення, то згідно з правилами прийняття рішення [39], одержані результати дають підставу для прийняття нульової гіпотези та відхилення альтернативної гіпотези про наявність суттєвих відмінностей у розподілі студентів за рівнями сформованості технічного мислення в експериментальній та контрольній групах, тобто про належність вибірок випадкової величини до однієї генеральної сукупності.

Таким чином, на констатувальному етапі експерименту було отримано дані про рівні сформованості як окремих компонентів технічного мислення, так і рівнів сформованості технічного мислення на підставі визначення інтегральних показників майбутніх інженерів машинобудування, що відносяться до експериментальної та контрольної груп. Статистична перевірка гіпотез, проведена двома способами, дає підстави для висновку, що дані, отримані в ході експерименту, загалом не суперечать гіпотезам про відсутність значних розходжень в групах за обраним показником. Отримані під час констатувального експерименту дані є вхідними для оцінки впливу застосування експериментальної моделі навчання на рівень сформованості технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування.

3.2 Результати експериментальної перевірки моделі формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування

Формувальний експеримент було проведено в ході операційно-діяльнісного етапу протягом 2012–2014 навчальних років. Студенти контрольної групи (КГ) під час експерименту проходили традиційну професійну підготовку, тоді як студенти експериментальної групи (ЕГ) навчалися відповідно до структурно-функціональної моделі формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування.

Зокрема, розвиток технічного мислення студентів відбувався при спеціальній організації вивчення таких дисциплін як «Вступ до спеціальності» (введення змістового модуля «Методологія інженерного мислення»), «Фізика», «Хімія» (послідовне формування умінь розв'язувати творчі задачі з конструктивним спрямуванням, застосування алгоритмічних приписів), «Історія інженерної думки» (модуль «Нестандартні інженерні рішення у галузі оброблення металів тиском»), шляхом формування знань, умінь, навичок у навчально-пізнавальній та практичній діяльності під час вивчення спектра професійно-орієнтованих дисциплін: «Технологія машинобудування», «Теорія різання», «Технологічні методи виробництва заготовок», «Ріжучий інструмент»; «Металорізальні верстати та системи», «Проектування технологічної оснастки».

У ході реалізації структурно-функціональної моделі формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування всі організаційні та педагогічні заходи були спрямовані на досягнення головної мети: забезпечення сформованості належного рівня технічного мислення, що забезпечувалося створенням і дотриманням комплексу організаційно-педагогічних умов.

Було здійснено модернізацію процесу вивчення фундаментальних і професійно-орієнтованих дисциплін на основі контекстного, компетентнісного і системно-діяльнісного підходів, забезпечено інтегративне формування взаємопов'язаних і взаємозумовлених компонентів технічного мислення: оперативного-алгоритмічного, понятійного, образного, практичного та мови техніки.

Реалізація моделі відбувалася у ході чотирьох взаємопов'язаних етапів: мотиваційного, базового, професійно-діяльнісного та аналітико-коригуючого, що йшли один за одним, причому кожний попередній етап створював підґрунтя для реалізації наступного.

Змістом *мотиваційного етапу* було формування позитивних мотивів навчання, зокрема пізнавального мотиву як провідного для формування технічного мислення. Реалізація цього завдання відбувалася в ході вивчення дисципліни «Вступ до спеціальності». Студенти знайомилися з особливостями професії машинобудівника, головними підприємствами машинобудування Запорізького регіону. Було здійснено вивчення нового спеціального змістового модуля «Методологія технічного мислення», присвяченого інформуванню майбутніх бакалаврів про методологію інженерної діяльності. Вивчалися такі поняття як метод, модель, явище, закон, та їх взаємозв'язки на прикладі вирішення в історії техніки і науки конкретних технічних проблем. Таким чином у процесі вивчення цієї дисципліни формувалися такі важливі компоненти технічного мислення як понятійне мислення та мова техніки.

Особливе значення для мотивації професійної підготовки майбутніх інженерів машинобудування та формування понятійного мислення студентів як важливого компонента технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування відіграв у межах дисципліни «Вступ до спеціальності» змістовий модуль «Історія інженерної думки». Розгляд історичних аспектів технології обробки металів та нестандартних інженерних рішень, які викликали суттєві зміни у машинобудуванні, дало змогу студентам глибше усвідомити розвиток інженерної справи, з'ясувати сутність змін, що

відбуваються в її структурі та змісті в наші дні, побачити її перспективи та закономірності розвитку. Через усвідомлення історії своєї професії майбутні інженери машинобудування долучалися до найвищих досягнень людської культури в цій галузі, усвідомлювали можливості власного внеску у її розвиток у разі належного оволодіння професією інженера-машинобудівника.

У ході спеціально організованої самостійної роботи студентів вони вивчали історію визначних інженерних пошуків та здобутків у поєднанні з історією видатних особистостей, які здійснювали ці пошуки та звершення. Застосовувався метод проектів. Студентська група була поділена на підгрупи, до складу яких входили 3–4 студенти. Завданням для кожної підгрупи було вивчення життя і діяльності визначного інженера. Результати цього вивчення студенти повинні були подати у вигляді тексту в Word, презентації в Microsoft PowerPoint та публікації в Microsoft Publisher. Вивчення діяльності інженерів, які домоглися видатних інженерних і наукових досягнень, мало як мотиваційний, так і виховний, патріотичний аспекти.

На базовому етапі реалізації структурно-функціональної моделі вивчалися такі дисципліни як «Фізика», «Хімія», «Інформатика», «Математика». Найбільша увага зверталася на формування таких компонентів технічного мислення як понятійне та оперативно-алгоритмічне мислення та мова техніки.

Під час вивчення фізики особлива увага зверталася на формування фізичних понять: визначення понять, їх характеристики, взаємозв'язки, навчання оперуванню поняттями та їх системами, застосуванню знання про поняття у процесі розв'язування задач.

Враховувалася специфіка професійної діяльності інженерів-машинобудівників за рахунок уведення до навчального процесу завдань з проектно-технологічним змістом. Такі завдання спрямовані на комплексне формування компонентів технічного мислення. Під час вивчення цих дисциплін особлива увага зверталася на виконання студентами експериментальної групи завдань технічного змісту.

Комплексні завдання особливо ефективно застосовувалися під час проведення лабораторних і практичних занять. Вони забезпечували реалізацію репродуктивного та проблемного методів навчання майбутніх бакалаврів машинобудування.

Практичні заняття покликані поглиблювати, розширювати, деталізувати знання, отримані на лекції в узагальненій формі, сприяти виробленню навичок професійної діяльності. Вони розвивають наукове мислення і мову, є формою перевірки знань студентів і засобом оперативного зворотного зв'язку.

Структура практичного заняття була в основному однаковою під час вивчення різних дисциплін:

- вступне слово викладача;
- консультативний розгляд навчального матеріалу, відповіді на запитання майбутніх бакалаврів машинобудування, які виникли у них у процесі підготовки до заняття;
- практична частина, яка обов'язково містила різномірні завдання технічного змісту;
- обговорення результатів заняття, усвідомлення того, які компетенції формувалися у ході заняття;
- заключне слово викладача.

Важливим елементом практичного заняття були завдання і задачі з розвитком змісту. Такі завдання і задачі забезпечували постійне наростання складності виконуваних завдань, відчуття студентами позитивних емоцій від переживання власного успіху у професійній підготовці, зайнятість майбутніх бакалаврів машинобудування напруженою творчою роботою, пошуками правильних і точних рішень. Велике значення мали індивідуальний підхід і продуктивне педагогічне спілкування. Студенти отримували можливість розкрити і проявити свої здібності, свій особистісний потенціал.

Практичні заняття забезпечували:

- формування у студентів компонентів технічного мислення, і як наслідок, формування міцних професійних знань;
- розвиток у майбутнього інженера машинобудування пізнавальних і конструкторських здібностей, спостережливості, уваги, витримки;

- формування навичок самостійної роботи і комплексний розвиток компонентів технічного мислення [127, 141].

Особливе значення для формування компонентів технічного мислення мало виконання лабораторних робіт з комплексу дисциплін, у ході вивчення яких застосовувалися комплексні завдання з технічним змістом.

Наприклад, під час вивчення професійно-орієнтованої дисципліни «Технологія машинобудування» виконання циклу лабораторних робіт сприяло засвоєнню студентами аналітичного методу визначення основних технологічних параметрів, що характеризують операцію механічної обробки деталей, основних принципів оцінки якості цього технологічного процесу, методики статичного аналізу точності обробки партії деталей, розробці схеми технологічного процесу їх складання. Структурно в ході лабораторного заняття передбачалися розгляд теоретичної основи певного методу чи технології, яка вивчалася (формування понятійного компонента технічного мислення), принципів роботи механізмів і машин, їх рухомих частин (формування образного та практичного компонентів технічного мислення), послідовності виконання дій та операцій (формування оперативно-алгоритмічного компонента мислення), термінологічних особливостей, читання схем і креслень (формування мови техніки як компонента технічного мислення).

На *операційно-діяльнісному* етапі реалізації структурно-функціональної моделі формування технічного мислення студентів здійснювалося у ході виробничої практики та під час вивчення професійно-орієнтованих дисциплін: «Технологія машинобудування», «Теорія різання», «Технологічні методи виробництва заготовок», «Ріжучий інструмент; металорізальні верстати та системи», «Проектування технологічної оснастки».

У кожній навчальній дисципліні цього етапу ми використовували насамперед завдання на моделювання, деконструювання, переконструювання і власне конструкторські завдання. Згідно з методикою розв'язування таких завдань, практикувалися такі етапи завершеного циклу вирішення завдання з технічним змістом: аналіз завдання з технічним

змістом й навчально-практичного завдання, розв'язання навчального й навчально-технічного завдання, вирішення завдання з технічним змістом загалом.

Змістом виробничої практики у контексті нашого дослідження було підсилення мотивації до професійної підготовки майбутніх бакалаврів машинобудування та формування всіх компонентів технічного мислення шляхом виконання конкретних виробничих завдань технічного змісту в умовах квазіпрофесійної та власне професійної підготовки. Звіт студента з виробничої практики містив теоретико-практичну частину, яка передбачала висвітлення структури та форми власності підприємства і опис продукції, яка виготовляється на ньому. Важливою складовою частиною практики було виконання індивідуального технологічного завдання, науково-дослідної роботи та здійснення особистої виробничої діяльності.

Наприклад, студентам дається технологічне завдання в умовах конкретного виробництва провести розмірний аналіз технологічного процесу, визначивши всі технологічні розміри і можливість їх виконання автоматично на прийнятому обладнанні. Заповнити маршрутну карту, накреслити операційні ескізи.

На *контрольно-коригуючому* етапі реалізації структурно-функціональної моделі формування технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування для визначення стану мотивації навчальної діяльності майбутніх інженерів машинобудування була використана методика Т. Ільїної «Мотивація навчання у вищому навчальному закладі» у контрольній та експериментальній групах. Порівнювалися дані констатувального та контрольного етапів експерименту в експериментальній і контрольній групах, отримані за цією методикою (табл. 3.12). Аналіз результатів експерименту засвідчив позитивну динаміку мотивації по кожному з показників.

Аналіз даних експериментальної групи виявив, що кількість студентів з початковим, низьким та середнім рівнем мотивації на отримання знань зменшилась на 16%, 28% та 12% відповідно, тому кількість респондентів із високим рівнем зросла на 56%. Позитивна динаміка показників мотивації отримання знань спостерігалася також і в контрольній групі, про що свідчить відповідне зменшення кількості студентів з початковим

та низьким рівнями мотивації отримання знань (зменшення відповідно на 3% та 10,5%), та збільшення студентів з середнім та високим рівнями мотивації отримання знань (зростання відповідно на 3% та 10,5%), проте порівняно з експериментальною групою ця динаміка суттєво менша. Більш наочно зазначену динаміку ілюструє діаграма на рис.3.9.

Таблиця 3.12 – Порівняння результатів констатувального та контрольного етапів експерименту за мотиваційним параметром

Мотиваційна шкала методики «Мотивація навчання у ВНЗ»	Контрольна група								Експериментальна група							
	початковий		низький		середній		високий		початковий		низький		середній		високий	
	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.
	динаміка		динаміка		динаміка		динаміка		динаміка		динаміка		динаміка		динаміка	
Мотивація отримання знань	7,5	4,5	41,8	31,3	32,8	35,8	17,9	28,4	16,0	0	46,0	18,0	26,0	14,0	12,0	68,0
	-3,0		-10,5		+3,0		+10,5		-16,0		-28,0		-12,0		+56,0	
Мотивація оволодіння майбутньою професією	11,9	7,5	32,8	22,4	41,8	47,8	13,5	22,3	12,0	0	42,0	16,0	32,0	22,0	14,0	62,0
	-4,4		-10,4		+6,0		+8,8		-12,0		-26,0		-10,0		+48,0	
Ціа отримання	7,5	4,5	22,4	17,9	47,7	41,8	22,4	35,8	10,0	4,0	32,0	6,0	44,0	42,0	14,0	48,0

	-3,0	-4,5	-5,9	+13,4	-6,0	-26,0	-2,0	+34,0
--	------	------	------	-------	------	-------	------	-------

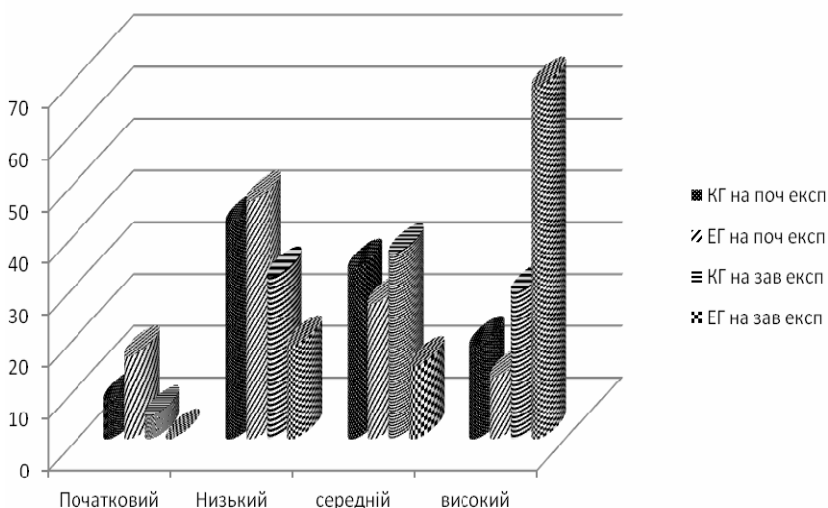


Рисунок 3.9 – Динаміка показників мотивації отримання знань студентів експериментальної та контрольної груп

У контрольній та експериментальній групах також спостерігається позитивна динаміка мотиву оволодіння майбутньою професією. Так, у експериментальній групі кількість студентів з високим рівнем цієї мотивації зросла на 48%, а з середнім, низьким та початковим зменшилась на 10%, 26% та 12% відповідно. Для контрольної групи зафіксовано зменшення кількості майбутніх бакалаврів машинобудування з початковим та низьким рівнями мотивації оволодіння майбутньою професією відповідно на 4,4% та 10,4%, тоді як кількість студентів середнього і високого рівнів зросла не набагато, відповідно на 6% та 8,8% (рис.3.10).

При аналізі результатів спрямованості на отримання диплома студентів експериментальної групи відмічено, що кількість респондентів із високим рівнем зросла на 34%, а з

середнім, низьким та початковим рівнями зменшилась відповідно на 2%, 26% і 6%.

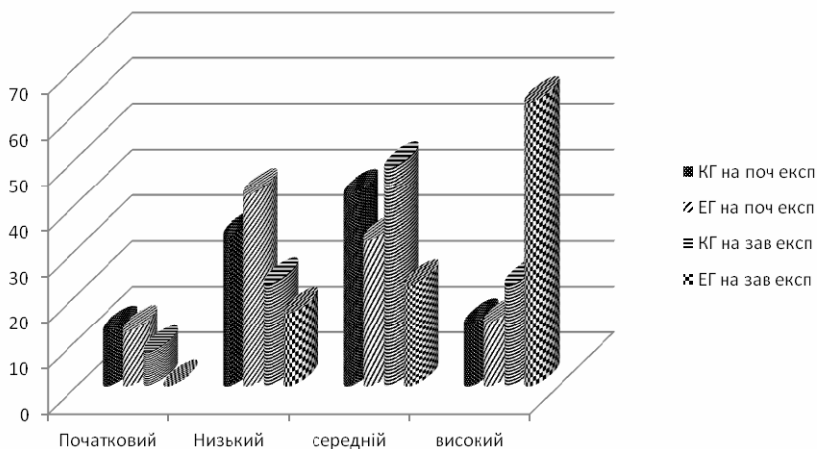


Рисунок 3.10 – Динаміка показників мотивації оволодіння майбутньою професією студентів експериментальної та контрольної груп

Така ж спрямованість змін зафіксована і для контрольної групи студентів, проте ці зміни у кількісному плані були не такими стрімкими. Кількість респондентів із високим рівнем зросла на 13,4%, а з середнім, низьким та початковим рівнями зменшилась відповідно на 5,9%, 4,5% та 3% (рис. 3.11).

Таким чином, результати застосування методики Т. Ільїної «Мотивація навчання у вищому навчальному закладі» у контрольній та експериментальній групах майбутніх бакалаврів машинобудування засвідчили позитивну динаміку мотивації по кожному з показників, причому результати студентів експериментальної групи, у яких цілеспрямовано формувалося технічне мислення, суттєво переважають результати студентів контрольної групи.

Також після закінчення навчання серед студентів контрольної і експериментальної груп знову було проведено тестування по Беннету. Результати тестування наведені в табл. 3.13 та рис.3.12.

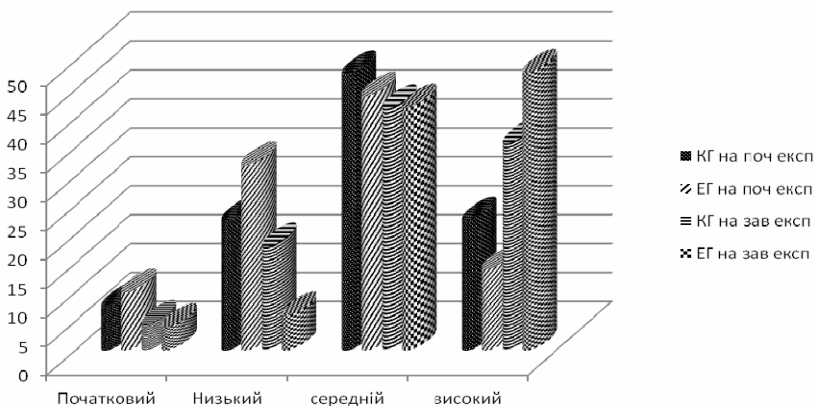


Рисунок 3.11 – Динаміка показників мотивації отримання диплома студентів експериментальної та контрольної груп

Таблиця 3.13 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості технічного мислення (тест Беннета)

Рівень сформованості технічного мислення	Групи									
	КГ					ЕГ				
	До експерименту		Після експерименту		Приріст	До експерименту		Після експерименту		Приріст
	%	кільк	%	кільк		%	кільк	%	кільк	
Початковий	23,2	13	7,1	4	-16,1	22,0	11	0	0	-22,0
Низький	28,6	16	17,9	10	-10,7	26,0	13	10,0	5	-16,0
Середній	28,6	16	50,0	28	+21,4	34,0	17	52,0	26	+18,0
Високий	19,6	11	25,0	14	+5,4	18,0	9	38,0	19	+22,0

Порівняння представлених в табл. 3.13 результатів показує, що в експериментальній групі рівень розвитку технічного мислення після застосування спеціальної системи заходів та розроблених нами завдань значно вище, в порівнянні із студентами контрольної групи, де ця система заходів та завдань

не застосовувалася. Результати підсумкового контролю свідчать про ефективність навчання за запропонованою методикою. Так, кількість студентів в експериментальній групі з високим та з середнім рівнем сформованості технічного мислення зростає загалом на 38%, тоді як для контрольної групи це зростання становило 26,8%. Особливо відчутною є різниця у досягненні високого рівня: зростання на 20% для експериментальної групи, тоді як для контрольної групи воно становить лише 5,4%.

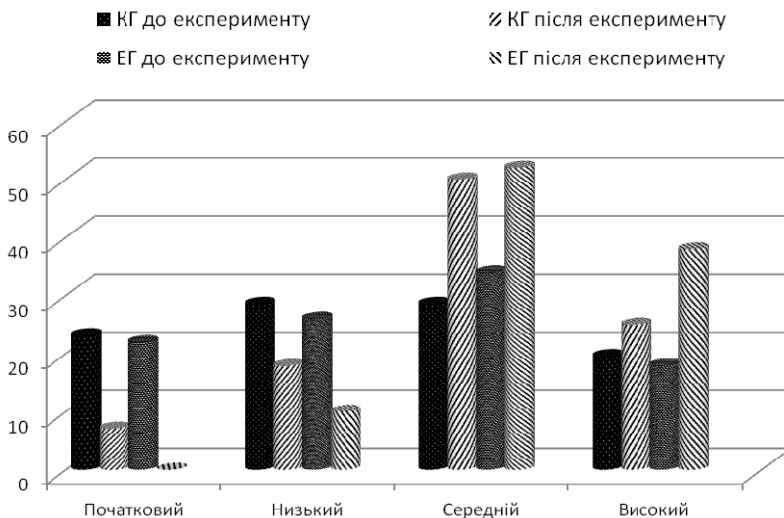


Рисунок 3.12 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями розвитку технічного мислення (тест Беннета)

Для перевірки нульової гіпотези, відповідно до якої застосування розробленої структурно-функціональної моделі формування технічного мислення навчання не вплинуло позитивно на рівень його сформованості у майбутніх бакалаврів машинобудування, що належали до експериментальної групи, було використано критерій χ^2 .

Значення статистики критерію χ^2 було розраховано за формулою [85, С.637]:

$$\chi^2 = \frac{1}{n_1 \cdot n_2} \sum_{i=1}^k \frac{(n_1 Q_{1i} - n_1 Q_{2i})^2}{Q_{1i} + Q_{2i}}$$

де: n_1, n_2 – об'єми вибірок;

Q_{1i}, Q_{2i} – кількість елементів відповідної вибірки, що відносяться до i -го рівня;

k – кількість рівнів.

Зазначимо, що у цьому випадку кількість студентів, які перебувають на початковому рівні, і для експериментальної, і для контрольної груп менше 5, тому критерій не застосовний. Проте об'єднання початкового та низького рівнів знімає цю невідповідність, тоді кількість рівнів (категорій) дорівнює $k=3$, а кількість ступенів вільності відповідно дорівнює $k-1=2$.

Розрахуємо статистику критерію χ^2 :

$$T_{21} = \frac{1}{n_1 n_2} \left[\frac{(n_1 O_{11} - n_2 O_{21})^2}{O_{11} + O_{21}} + \frac{(n_1 O_{12} - n_2 O_{22})^2}{O_{12} + O_{22}} + \frac{(n_1 O_{13} - n_2 O_{23})^2}{O_{13} + O_{23}} \right] =$$

$$\frac{1}{56 \cdot 50} \left[\frac{(56 \cdot 14 - 50 \cdot 5)^2}{14 + 5} + \frac{(56 \cdot 28 - 50 \cdot 26)^2}{28 + 26} + \frac{(56 \cdot 14 - 50 \cdot 19)^2}{14 + 19} \right] \approx 6,13$$

Ми одержали значення статистики критерію: $T_{31}=6,13$ (КГ та ЕГ). Критичне значення для двох ступенів вільності при рівні значущості $\alpha = 0,05$ дорівнює 5,99 [39]. Оскільки значення критерію дорівнює 6,13, що більше критичного значення 5,99, то згідно з правилами прийняття рішень [39], одержані результати дають підставу для відхилення нульової гіпотези та прийняття альтернативної гіпотези, відповідно до якої застосування розробленої методики навчання позитивно впливає на рівень сформованості технічного мислення студентів експериментальної групи; відмінності у рівні сформованості технічного мислення студентів в експериментальній та контрольних групах статистично значущі.

Також на основі авторської методики було здійснено діагностику рівнів сформованості окремих компонентів технічного мислення.

У табл. 3.14 та на рис. 3.13 подано розподіл студентів за рівнями сформованості понятійного компонента технічного мислення за результатами виконання майбутніми бакалаврами машинобудування комплексного діагностичного завдання.

Порівняння отриманих даних виконувалось для встановлення неоднаковості розподілу студентів за рівнями сформованості понятійного компонента технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, що входили до контрольної і експериментальної груп.

У нульовій гіпотезі H_0 стверджувалось про відсутність значних відмінностей у розподілі майбутніх бакалаврів машинобудування експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості понятійного компонента технічного мислення. Альтернативна гіпотеза H_1 полягала у тому, що наявні істотні відмінності у розподілі студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості понятійного компонента технічного мислення.

Таблиця 3.14 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості понятійного компонента технічного мислення

Рівень сформованості технічного мислення	Групи									
	КГ					ЕГ				
	До експерименту		Після експерименту		Приріст	До експерименту		Після експерименту		Приріст
	%	кільк	%	кільк		%	кільк	%	кільк	
Початковий	44,6	25	0	0	-44,6	44,0	22	0	0	-44,0
Низький	37,5	21	25,0	14	-12,5	40,0	20	4,0	2	-36,0
Середній	17,9	10	60,7	34	+42,8	16,0	8	38,0	19	+22,0
Високий	0	0	14,3	8	+14,3	0	0	58,0	29	+58,0

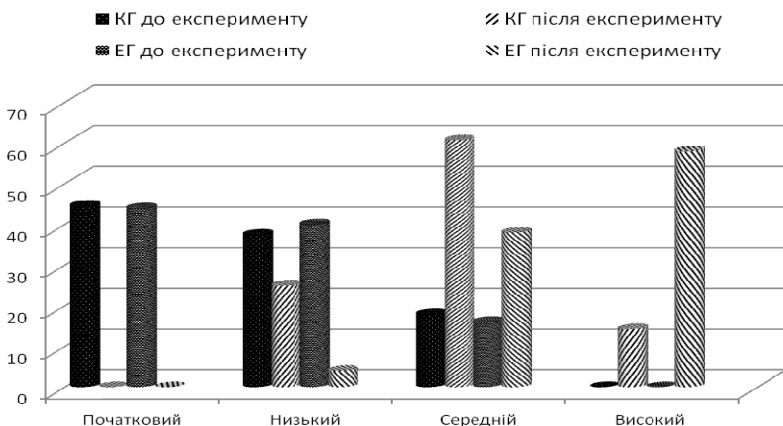


Рисунок 3.13 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості понятійного компонента технічного мислення

Для перевірки того факту, що за розглянутими рівнями експериментальна та контрольна групи статистично різняться між собою, був використаний критерій χ^2 [39]. Так як частоти початкового та низького рівнів менше 5, критерій для $k=4$ та для $k=3$ застосовувати не можна [39]. Проте об'єднання початкового, низького та середнього рівнів забезпечує дотримання умов застосування даного критерію.

Значення статистики обчислимо за формулою для $k=2$:

$$T_{23} = \frac{1}{n_1 n_2} \left[\frac{(n_1 O_{11} - n_2 O_{21})^2}{O_{11} + O_{21}} + \frac{(n_1 O_{12} - n_2 O_{22})^2}{O_{12} + O_{22}} \right] =$$

$$\frac{1}{56 \cdot 50} \left[\frac{(56 \cdot 48 - 50 \cdot 21)^2}{48 + 21} + \frac{(56 \cdot 8 - 50 \cdot 29)^2}{8 + 29} \right] \approx 23,58$$

Отже, ми одержали значення статистики критерію для рівнів сформованості понятійного компонента технічного мислення студентів, яке дорівнює $T_{31} = 23,58$ (КГ та ЕГ). Критичне значення статистики критерію для одного ступеня вільності при рівні значущості $\alpha = 0,05$ дорівнює 3,84 [39].

Оскільки значення статистики χ^2 суттєво більше критичного значення, то згідно з правилами прийняття рішення [39], одержані результати дають підставу для прийняття альтернативної гіпотези та відхилення нульової гіпотези про відсутність суттєвих відмінностей у розподілі студентів за рівнями сформованості понятійного компонента технічного мислення в експериментальній та контрольній групах, тобто про належність вибірок випадкової величини до різних генеральних сукупностей.

У табл. 3.15 та на рис. 3.14 подано розподіл студентів за рівнями сформованості образного компонента технічного мислення за результатами виконання майбутніми бакалаврами машинобудування комплексного діагностичного завдання (Додаток Д).

Таблиця 3.15 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості образного компонента технічного мислення

Рівень сформованості технічного мислення	Групи									
	КГ					ЕГ				
	До експерименту		Після експерименту		Приріст	До експерименту		Після експерименту		Приріст
	%	кільк	%	кільк		%	кільк	%	кільк	
Початковий	35,7	20	3,6	2	-32,1	42,0	21	0	0	-42,0
Низький	46,4	26	30,4	17	-16,0	40,0	20	16,0	8	-24,0
Середній	17,9	10	57,1	32	+39,2	18,0	9	52,0	26	+34,0
Високий	0	0	8,9	5	+8,9	0	0	32,0	16	+32,0

Порівняння отриманих даних виконувалось для встановлення неоднаковості розподілу студентів за рівнями сформованості образного компонента технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, що входили до контрольної і експериментальної

груп. У нульовій гіпотезі H_0 стверджувалось про відсутність значних відмінностей у розподілі майбутніх бакалаврів машинобудування експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості образного компонента технічного мислення.

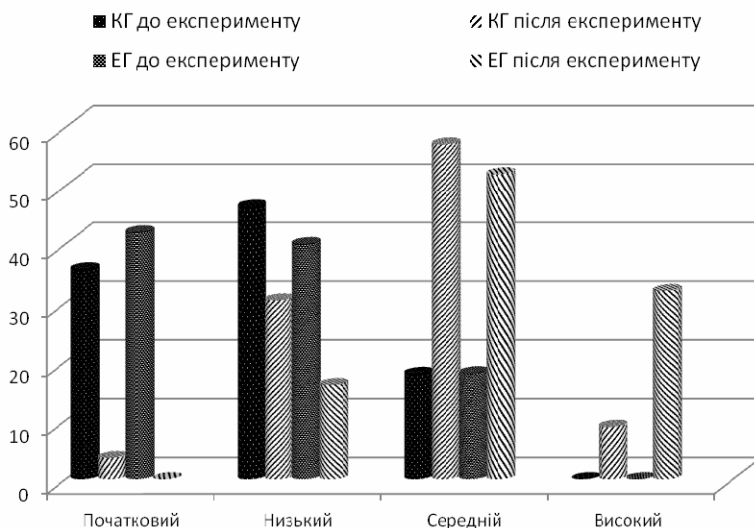


Рисунок 3.14 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості образного компонента технічного мислення

Альтернативна гіпотеза H_1 полягала у тому, що наявні істотні відмінності у розподілі студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості образного компонента технічного мислення.

Для перевірки того факту, що за розглянутими рівнями експериментальна та контрольна групи статистично відрізняються між собою, був використаний критерій χ^2 [39]. Так як частоти початкового рівня менші 5, критерій для $k=4$ застосовувати не можна [39]. Проте об'єднання початкового та низького рівнів забезпечує дотримання умов застосування даного критерію.

Значення статистики обчислимо за формулою для $k=3$:

$$T_{42} = \frac{1}{n_1 n_2} \left[\frac{(n_1 O_{11} - n_2 O_{21})^2}{O_{11} + O_{21}} + \frac{(n_1 O_{12} - n_2 O_{22})^2}{O_{12} + O_{22}} + \frac{(n_1 O_{13} - n_2 O_{23})^2}{O_{13} + O_{23}} \right] =$$

$$\frac{1}{56 \cdot 50} \left[\frac{(56 \cdot 19 - 50 \cdot 8)^2}{19 + 8} + \frac{(56 \cdot 32 - 50 \cdot 26)^2}{32 + 26} + \frac{(56 \cdot 5 - 50 \cdot 16)^2}{5 + 16} \right] \approx 25,02$$

Отже, ми одержали значення статистики критерію для рівнів сформованості образного компонента технічного мислення студентів, яке дорівнює $T_{42} = 25,02$ (КГ та ЕГ). Критичне значення статистики критерію для двох ступенів вільності при рівні значущості $\alpha = 0,05$ дорівнює 5,99 [39]. Оскільки значення статистики χ^2 суттєво більше критичного значення, то згідно з правилами прийняття рішення [39], одержані результати дають підставу для прийняття альтернативної гіпотези та відхилення нульової гіпотези про відсутність суттєвих відмінностей у розподілі студентів за рівнями сформованості образного компонента технічного мислення в експериментальній та контрольній групах, тобто про належність вибірок випадкової величини до різних генеральних сукупностей.

У табл. 3.16 та на рис. 3.15 подано розподіл студентів за рівнями сформованості практичного компонента технічного мислення за результатами виконання майбутніми бакалаврами машинобудування комплексного діагностичного завдання (Додаток Б).

Порівняння отриманих даних виконувалось для встановлення неоднаковості розподілу студентів за рівнями сформованості практичного компонента технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, що входили до контрольної і експериментальної груп. У нульовій гіпотезі H_0 стверджувалось про відсутність значних відмінностей у розподілі майбутніх бакалаврів машинобудування експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості практичного компонента технічного мислення. Альтернативна їй гіпотеза H_1 полягала у тому, що існують істотні відмінності у розподілі студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості практичного компонента технічного мислення.

Таблиця 3.16 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості практичного компонента технічного мислення

Рівень сформованості технічного мислення	Групи									
	КГ					ЕГ				
	До експерименту		Після експерименту		Пріріст	До експерименту		Після експерименту		Пріріст
	%	кільк	%	кільк		%	кільк	%	кільк	
Початковий	53,6	30	0	0	-53,6	52,0	26	0	0	-52,0
Низький	39,3	22	19,6	11	-19,7	42,0	21	10,0	5	-32,0
Середній	7,1	4	60,7	34	+53,6	6,0	3	56,0	28	+50,0
Високий	0	0	19,6	11	+19,6	0	0	34,0	17	+34,0

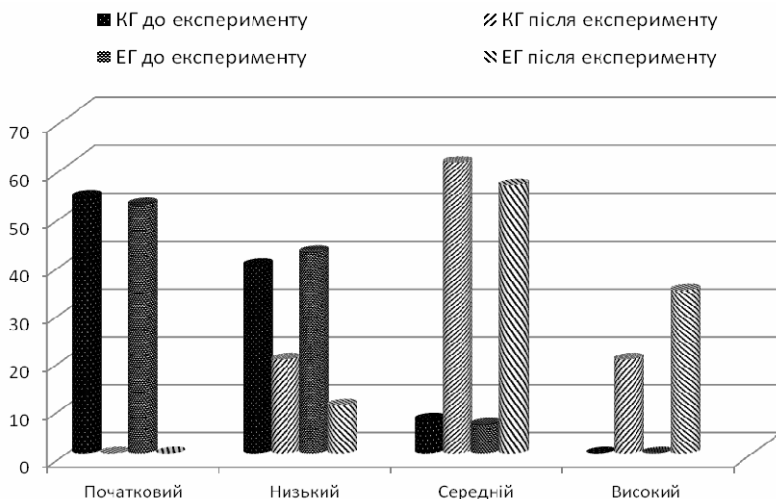


Рисунок 3.15 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості практичного компонента технічного мислення

Для перевірки того факту, що за розглянутими рівнями експериментальна та контрольна групи статистично відрізняються між собою, був використаний критерій χ^2 [39]. Так як частоти початкового рівня менші 5, критерій для $k=4$ застосовувати не можна [39]. Проте об'єднання початкового та низького рівнів забезпечує дотримання умов застосування даного критерію.

Значення статистики обчислимо за формулою для $k=3$:

$$T_{43} = \frac{1}{n_1 n_2} \left[\frac{(n_1 O_{11} - n_2 O_{21})^2}{O_{11} + O_{21}} + \frac{(n_1 O_{12} - n_2 O_{22})^2}{O_{12} + O_{22}} + \frac{(n_1 O_{13} - n_2 O_{23})^2}{O_{13} + O_{23}} \right] =$$

$$\frac{1}{56 \cdot 50} \left[\frac{(56 \cdot 11 - 50 \cdot 5)^2}{11 + 5} + \frac{(56 \cdot 34 - 50 \cdot 28)^2}{34 + 28} + \frac{(56 \cdot 11 - 50 \cdot 17)^2}{11 + 17} \right] \approx 5,13$$

Отже, ми одержали значення статистики критерію для рівнів сформованості практичного компонента технічного мислення студентів, яке дорівнює $T_{43} = 5,13$ (КГ та ЕГ). Критичне значення статистики критерію для двох ступенів вільності при рівні значущості $\alpha = 0,05$ дорівнює 5,99 [39].

Оскільки значення статистики χ^2 менше критичного значення, то згідно з правилами прийняття рішення [39], одержані результати дають підставу для прийняття нульової гіпотези та відхилення альтернативної гіпотези про відсутність суттєвих відмінностей у розподілі студентів за рівнями сформованості практичного компонента технічного мислення в експериментальній та контрольній групах, тобто про належність вибірок випадкової величини до однієї генеральної сукупності. Слід зазначити, що частоти, представлені в табл. 3.16, свідчать про більш якісне формування практичного компонента технічного мислення студентів експериментальної групи. Наприклад, при практично однаковому зростанні відсотку майбутніх бакалаврів машинобудування, що досягли середнього рівня (відповідно +53,6% для контрольної групи та +50,0% для експериментальної групи), зростання відсотку майбутніх бакалаврів машинобудування, що досягли високого рівня суттєво більше у експериментальній групі (відповідно +19,6% для контрольної групи та +34,0% для експериментальної групи).

Разом з тим привертає увагу висока динаміка зростання показників і експериментальної, і контрольної груп. Отже, традиційна система професійної підготовки сприяє формуванню практичного компонента технічного мислення, хоча поступається розробленій нами системі формування цього компонента технічного мислення, зокрема стосовно динаміки досягнення високого рівня сформованості практичного компонента технічного мислення.

У табл. 3.17 та на рис. 3.16 подано розподіл студентів за рівнями сформованості оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення за результатами виконання майбутніми бакалаврами машинобудування комплексного діагностичного завдання (Додаток Б).

Порівняння отриманих даних між собою виконувалось для встановлення неоднаковості розподілу студентів за рівнями сформованості оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, що входили до контрольної і експериментальної груп.

Таблиця 3.17 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення

Рівень сформованості технічного мислення	Групи									
	КГ					ЕГ				
	До експерименту		Після експерименту		Приріст	До експерименту		Після експерименту		Приріст
	%	кільк	%	кільк		%	кільк	%	кільк	
Початковий	57,1	32	3,6	2	-53,5	56,0	28	0	0	-56,0
Низький	42,9	24	21,4	12	-21,5	42,0	21	12,0	6	-30,0
Середній	0	0	57,1	32	+57,1	2,0	1	44,0	22	+42,0
Високий	0	0	17,9	10	+17,9	0	0	44,0	22	+44,0

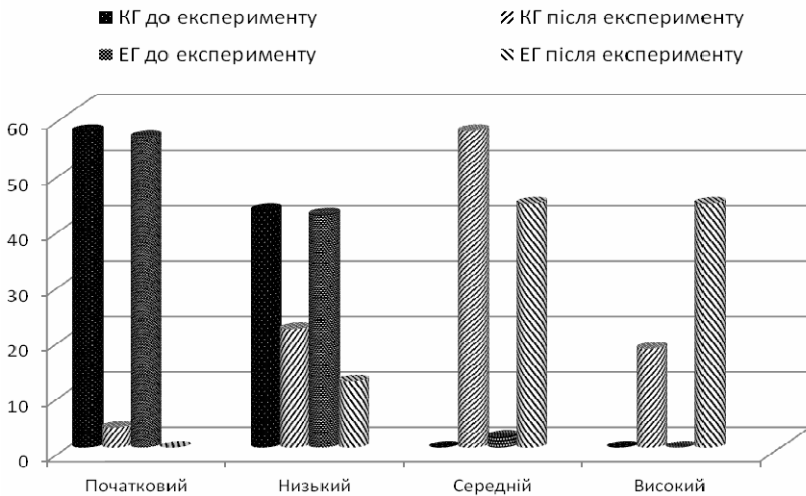


Рисунок 3.16 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення

У нульовій гіпотезі H_0 стверджувалось про відсутність значних відмінностей у розподілі майбутніх бакалаврів машинобудування експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення.

Альтернативна їй гіпотеза H_1 полягала у тому, що існують істотні відмінності у розподілі студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення. Для перевірки того факту, що за розглянутими рівнями експериментальна та контрольна групи статистично відрізняються між собою, був використаний критерій χ^2 [39]. Так як частоти початкового рівня менші 5, критерій для $k=4$ застосовувати не можна [39]. Проте об'єднання початкового та низького рівнів забезпечує дотримання умов застосування даного критерію.

Значення статистики обчислимо за формулою для $k=3$:

$$T_{44} = \frac{1}{n_1 n_2} \left[\frac{(n_1 O_{11} - n_2 O_{21})^2}{O_{11} + O_{21}} + \frac{(n_1 O_{12} - n_2 O_{22})^2}{O_{12} + O_{22}} + \frac{(n_1 O_{13} - n_2 O_{23})^2}{O_{13} + O_{23}} \right] =$$

$$\frac{1}{56 \cdot 50} \left[\frac{(56 \cdot 14 - 50 \cdot 6)^2}{14 + 6} + \frac{(56 \cdot 32 - 50 \cdot 22)^2}{32 + 22} + \frac{(56 \cdot 10 - 50 \cdot 22)^2}{10 + 22} \right] \approx 10,60$$

Отже, ми одержали значення статистики критерію для рівнів сформованості оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення студентів, яке дорівнює $T_{44} = 10,60$ (КГ та ЕГ). Критичне значення статистики критерію для двох ступенів вільності при рівні значущості $\alpha = 0,05$ дорівнює 5,99 [39]. Оскільки значення статистики χ^2 більше критичного значення, то згідно з правилами прийняття рішення [39], одержані результати дають підставу для прийняття альтернативної гіпотези та відхилення нульової гіпотези про відсутність суттєвих відмінностей у розподілі студентів за рівнями сформованості оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення в експериментальній та контрольній групах, тобто про належність вибірок випадкової величини до різних генеральних сукупностей.

У табл. 3.18 та на рис. 3.17 подано розподіл студентів за рівнями сформованості мови техніки як компонента технічного мислення за результатами виконання майбутніми бакалаврами машинобудування комплексного діагностичного завдання (Додаток Б).

Альтернативна їй гіпотеза H_1 полягала у тому, що існують істотні відмінності у розподілі студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості мови техніки як компонента технічного мислення. Порівняння отриманих даних між собою виконувалось для встановлення неоднаковості розподілу студентів за рівнями сформованості мови техніки як компонента технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, що входили до контрольної і експериментальної груп. У нульовій гіпотезі H_0 стверджувалось про відсутність значних відмінностей у розподілі майбутніх бакалаврів машинобудування експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості мови техніки як компонента технічного мислення.

Таблиця 3.18 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості мови техніки як компонента технічного мислення

Рівень сформованості технічного мислення	Групи									
	КГ					ЕГ				
	До експерименту		Після експерименту		Приріст	До експерименту		Після експерименту		Приріст
	%	кільк	%	кільк		%	кільк	%	кільк	
Початковий	50,0	28	1,8	1	-48,2	54,0	27	0	0	-54,0
Низький	46,4	26	25,0	14	-21,4	46,0	23	14,0	7	-32,0
Середній	3,6	2	48,2	27	+44,6	0	0	38,0	19	+38,0
Високий	0	0	25,0	14	+25,0	0	0	48,0	24	+48,0

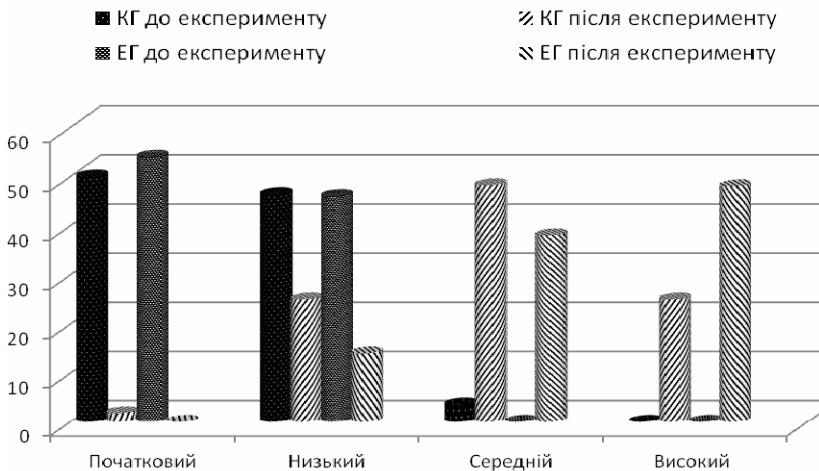


Рис.3.17. Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості мови техніки як компонента технічного мислення

Для перевірки того факту, що за розглянутими рівнями експериментальна та контрольна групи статистично відрізняються між собою, був використаний критерій χ^2 [39]. Так як частоти початкового рівня менші 5, критерій для $k=4$ застосовувати не можна [39]. Проте об'єднання початкового та низького рівнів забезпечує дотримання умов застосування даного критерію.

Значення статистики обчислимо за формулою (3.1) для $k=3$:

$$T_{44} = \frac{1}{n_1 n_2} \left[\frac{(n_1 O_{11} - n_2 O_{21})^2}{O_{11} + O_{21}} + \frac{(n_1 O_{12} - n_2 O_{22})^2}{O_{12} + O_{22}} + \frac{(n_1 O_{13} - n_2 O_{23})^2}{O_{13} + O_{23}} \right] =$$

$$\frac{1}{56 \cdot 50} \left[\frac{(56 \cdot 15 - 50 \cdot 7)^2}{15 + 7} + \frac{(56 \cdot 27 - 50 \cdot 19)^2}{27 + 19} + \frac{(56 \cdot 14 - 50 \cdot 24)^2}{14 + 24} \right] \approx 7,98$$

Ми одержали значення статистики критерію для рівнів сформованості мови техніки як компонента технічного мислення студентів, яке дорівнює $T_{45} = 7,98$ (КГ та ЕГ). Критичне значення статистики критерію для двох ступенів вільності при рівні значущості $\alpha = 0,05$ дорівнює 5,99 [39]. Оскільки значення статистики χ^2 більше критичного значення, то згідно з правилами прийняття рішення [39], одержані результати дають підставу для прийняття альтернативної гіпотези та відхилення нульової гіпотези про відсутність суттєвих відмінностей у розподілі студентів за рівнями сформованості мови техніки як компонента технічного мислення в експериментальній та контрольній групах, тобто про належність вибірок випадкової величини до різних генеральних сукупностей.

У табл. 3.19 та на рис. 3.18 подано розподіл студентів за рівнями сформованості технічного мислення за результатами виконання майбутніми бакалаврами машинобудування комплексного діагностичного завдання (Додаток Б).

Таблиця 3.19 – Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості технічного мислення (інтегральний показник)

Рівень сформованості технічного мислення	Групи									
	КГ					ЕГ				
	До експерименту		Після експерименту		Пріріст	До експерименту		Після експерименту		Пріріст
	%	кільк	%	кільк		%	кільк	%	кільк	
Початковий	46,4	26	5,4	3	-41,0	42,0	21	0	0	-42,0
Низький	46,4	26	21,4	12	-25,0	54,0	27	12,0	6	-42,0
Середній	7,2	4	55,4	31	+48,2	4,0	2	46,0	23	+42,0
Високий	0	0	17,8	10	+17,8	0	0	42,0	21	+42,0

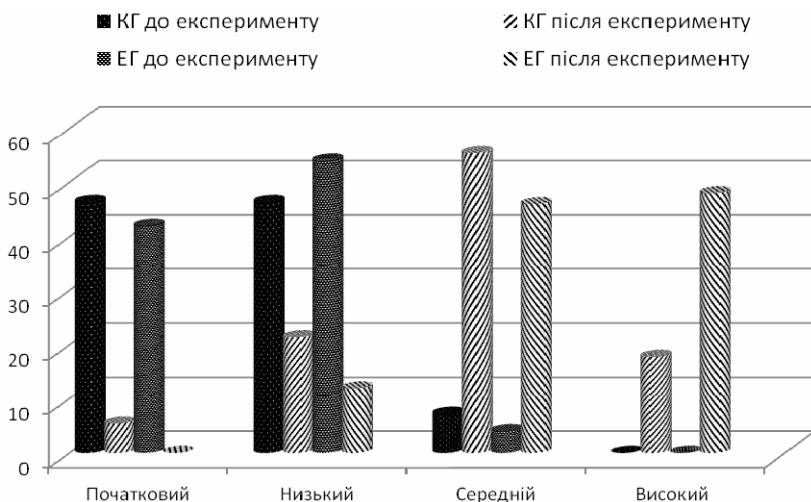


Рис. 3.18. Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості технічного мислення (інтегральний показник)

Порівняння отриманих даних між собою виконувалось для встановлення неоднаковості розподілу студентів за рівнями сформованості технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування, що входили до контрольної і експериментальної груп. У нульовій гіпотезі H_0 стверджувалось про відсутність значних відмінностей у розподілі майбутніх бакалаврів машинобудування експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості технічного мислення.

Альтернативна їй гіпотеза H_1 полягала у тому, що існують істотні відмінності у розподілі студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості технічного мислення.

Для перевірки статистично вираженої різниці результатів експериментальної та контрольної груп між собою за розглянутими рівнями був використаний критерій χ^2 [39]. Так як частоти початкового рівня менші 5, то критерій для $k=4$ застосовувати не можна [39]. Проте об'єднання початкового та низького рівнів забезпечує дотримання умов застосування даного критерію.

Значення статистики обчислимо за формулою (3.1) для $k=3$:

$$T_{45} = \frac{1}{n_1 n_2} \left[\frac{(n_1 O_{11} - n_2 O_{21})^2}{O_{11} + O_{21}} + \frac{(n_1 O_{12} - n_2 O_{22})^2}{O_{12} + O_{22}} + \frac{(n_1 O_{13} - n_2 O_{23})^2}{O_{13} + O_{23}} \right] =$$

$$\frac{1}{56 \cdot 50} \left[\frac{(56 \cdot 15 - 50 \cdot 6)^2}{15 + 6} + \frac{(56 \cdot 31 - 50 \cdot 23)^2}{31 + 23} + \frac{(56 \cdot 10 - 50 \cdot 21)^2}{10 + 21} \right] \approx 10,00$$

Отже, ми одержали значення статистики критерію для рівнів сформованості технічного мислення студентів, яке дорівнює $T_{51} = 10,00$ (КГ та ЕГ). Критичне значення статистики критерію для двох ступенів вільності при рівні значущості $\alpha = 0,05$ дорівнює 5,99 [39].

Оскільки значення статистики χ^2 більше критичного значення, то згідно з правилами прийняття рішення [39], одержані результати дають підставу для прийняття альтернативної гіпотези та відхилення нульової гіпотези про відсутність суттєвих відмінностей у розподілі студентів за рівнями сформованості технічного мислення в

експериментальній та контрольній групах, тобто про належність вибірок випадкової величини до різних генеральних сукупностей. Таким чином, в результаті досліджень, проведених впродовж аналітико-пошукового, операційно-діяльнісного та узагальнюючого етапів, виявлена і обґрунтована збагачена структура технічного мислення, розроблена і апробована спеціальна система завдань, спрямована на розвиток технічного мислення студентів. Застосування цієї системи привело до підвищення рівня розвитку технічного мислення в експериментальних групах, а також показало вплив зростання рівня розвитку технічного мислення студентів на рівень їх професійної підготовки по фахових дисциплінах.

ВИСНОВКИ

Розглянуто проблему формування технічного мислення у майбутніх бакалаврів машинобудування та здійснено теоретичне обґрунтування й експериментальну перевірку організаційно-педагогічних умов, що забезпечують її вирішення в процесі професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників. Одержані в ході виконаного дослідження результати підтвердили гіпотезу, покладену в його основу, а виконання завдань і досягнення мети дослідження дало підстави зробити такі загальні висновки:

1. Теоретичний аналіз філософської, психолого-педагогічної літератури й наукових досліджень з проблеми формування технічного мислення у бакалаврів машинобудування засвідчив багатоаспектність, багатогранність та професійну вагомість цього феномену та надав можливість зробити висновок, що формування технічного мислення у бакалаврів машинобудування є актуальною проблемою теорії і методики професійної освіти. Засоби та технології інженерної діяльності в галузі машинобудування, які досягли в останнє десятиліття нового якісного рівня і продовжують невпинно розвиватися, значною мірою розширюють можливості інжинірингу, оскільки надають в розпорядження інженерів машинобудування новітні методи проектування, конструювання та виготовлення механізмів та конструкцій. Проте аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури показав, що цілісна система формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування раніше не була предметом комплексного дослідження.

2. Визначено зміст поняття «технічне мислення майбутніх бакалаврів машинобудування» як здатність використовувати комплекс інтелектуальних процесів (понятійне, образне, практичне, оперативно-алгоритмічне мислення та володіння мовою техніки в їх поєднанні) для усвідомлення суттєвих властивостей та відношень об'єктів професійно-технічної діяльності й ефективного і раціонального вирішення її завдань.

Уточнено зміст оперативно-алгоритмічного компонента технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування. Реалізовані конкретно-алгоритмічний і узагальнено-алгоритмічний шляхи навчання студентів способом вирішення конструктивно-технічних завдань. Показано, що конкретно-алгоритмічні приписи лежать в основі застосування віртуальних комп'ютерних моделей і програм конструктивно-технічного типу та сприяють формуванню понятійного, оперативно-алгоритмічного компонентів технічного мислення та мови техніки. Доведено, що застосування узагальненого алгоритмічного припису створює у студентів більш широку орієнтовну основу діяльності і націлює на більш правильний шлях вирішення проблемного завдання з технічним змістом.

Обґрунтовано критерії та охарактеризовано рівні (високий, середній, низький та початковий) сформованості технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників. Для кожного з критеріїв визначено відповідні показники.

3. Теоретичний аналіз, реалізація констатувального та формувального педагогічного експерименту дали змогу розробити та науково обґрунтувати модель, етапи та організаційно-педагогічні умови формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування. Модель процесу формування цього виду мислення визначає параметри організації даного процесу, ґрунтується на комплексному формуванні компонентів технічного мислення та реалізується в ході чотирьох етапів: мотиваційно-ціннісного, змістового, базового, професійно-діяльнісного та інтегративного аналітико-коригуючого.

Доведено, що необхідними і достатніми організаційно-педагогічними умовами формування технічного мислення у бакалаврів машинобудування є: упровадження у навчальний процес спеціальних змістових модулів, вивчення яких забезпечує мотиваційний, виховний, патріотичний аспекти усвідомлення історії професії, формування системи знань майбутнього інженера-машинобудівника про методологію інженерної діяльності та скерування його на вирішення конкретних технічних завдань; створення стимуляційного

інтелектуально-творчого навчального середовища для формування технічного мислення студентів у процесі квазіпрофесійної діяльності; активізація навчально-пізнавальної, проблемно-пошукової, проектно-технологічної діяльності майбутніх інженерів-машинобудівників шляхом застосування методів активного навчання; орієнтація процесу професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників на комплексне формування технічного мислення на основі принципів комбінованого розв'язування системи завдань з технічним змістом та поступового підвищення їх складності. Розроблена модель була апробована й упроваджена в практику професійної підготовки майбутніх інженерів машинобудування у Запорізькому національному технічному університеті.

4. Виявлена й обґрунтована збагачена структура технічного мислення, розроблена і апробована спеціальна система завдань, спрямована на розвиток технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування. Застосування цієї системи привело до підвищення рівня розвитку технічного мислення в експериментальних групах, а також показало вплив зростання рівня розвитку технічного мислення студентів на рівень їх професійної підготовки з фахових дисциплін.

5. На основі статистичного аналізу результатів формувального етапу експериментального дослідження доведено ефективність структурно-функціональної моделі та розроблених організаційно-педагогічних умов формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування. Застосування двох незалежних методик діагностики рівнів сформованості технічного мислення (тест Беннета; авторська методика діагностики сформованості окремих компонентів технічного мислення та знаходження інтегрального показника) показало, що одержані на підставі критерію χ^2 значення статистик критерію для рівнів сформованості технічного мислення для експериментальної та контрольної груп відповідно дорівнюють $T_{31}=6,13$ (тест Беннета) та $T_{45}=10,00$ (авторська методика діагностики), і перевищують критичне значення, яке для двох ступенів вільності при рівні значущості $\alpha = 0,05$ дорівнює 5,99. Таким чином, показано наявність

статистично значущого перевищення результатів досягнення середнього і високого рівнів сформованості технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників в експериментальній групі над результатами контрольної групи.

Проведене дослідження не вичерпує всього комплексу проблем, що стосуються формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування. Нагальними залишаються питання формування окремих компонентів технічного мислення в умовах інформаційно-освітнього середовища, реалізація акмеологічного підходу до формування технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агеева М. Г. Развитие технического мышления студентов сузуов в процессе обучения физике : автореф. дис. ... канд. пед. наук / М. Г. Агеева. – Москва : 2006. – 16 с.
2. Алілуйко С. М. Концептуальні засади формування системного мислення в майбутніх інженерів-педагогів у процесі навчання основ теорії технічних систем / С. М. Алілуйко // Проблеми інженерно-педагогічної освіти. – 2011. – № 32–33. – С. 7–11. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Pipo_2011_32-33_3.pdf.
3. Альшуллер Г. С. О психологии изобретательского творчества / Г. С. Альшуллер, Р. Б. Шапиро // Вопросы психологии. – 1956, № 6. – С. 37–49.
4. Ананьев Б. Г. Избранные психологические труды: В 2-х т. / Под ред. А. А. Бодалева, Б. Ф. Ломова; [Ввод, статья А. А. Бодалева и др.]. — М. : Педагогика, 1980. – 230 с.
5. Ананьев Б. Г. Избранные труды по психологии / Б. Г. Ананьев. – СПб : «СПУ», 2007. – 412 с.
6. Андреев В. И. Диалектика воспитания и самовоспитания творческой личности / В. И. Андреев. – Казань : Изд-во КГУ, 1988. – 238 с.
7. Аристотель. Этика. Политика. Риторика. Поэтика. Категории / Сост. Д. М. Миртов – Минск : Литература, 1998. – 1391 с.
8. Аристотель. Сочинения: В 4 т. – М. : Мысль, 1976. – Т.1 – 550 с; Т.2 – 687 с; Т. 3 – 613 с; Т.4 – 830 с.
9. Архангельский С. И. Лекции по теории обучения в высшей школе / С. И. Архангельский. – М. : Высш. шк., 1974. – 384 с.
10. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы / С. И. Архангельский. – М. : Высшая школа, 1980. – 36 с.
11. Бахрушин Володимир. Стандарти вищої освіти / Володимир Бахрушин / [Доступно на сайті] / Режим доступу: <http://www.education-ua.org.ua/articles/689-standarti-vishchoji-osviti>.

12. Белоновская И. Д. Инженерные игры в педагогической практике / И. Д. Белоновская, А. Я. Мельникова // Высшее образование в России. 2009. № 3. С. 112–119
13. Бердяев Н. А. Смысл истории / Н. А. Бердяев. – М. : Мысль, 1990. – 176 с.
14. Беспалько В. П. О возможностях системного подхода в педагогике / В. П. Беспалько // Педагогика. – 1990. – №7. – С. 59–60.
15. Биби́к С. П. Словник іншомовних слів: тлумачення, словотворення та слововживання / С. П. Биби́к, Г. М. Сюта. – Харків : Фоліо, 2006. – 623 с.
16. Богозов Н. З. Психологический словарь / Н. З. Богозов, И. Г. Годман, Г. В. Сахаров. – М. : Наука, 1965. – 285 с.
17. Бодрийяр Жан. Фатальні стратегії / Жан Бодрийяр. – Львів : Кальварія, 2010. – 192 с.
18. Брунер Д. Ж. Психология познания / Под ред. А. Р. Лурия. – М. : Наука, 1997. – 412 с.
19. Брушлинский А. В. Деятельность субъекта как единство теории и практика / А. В. Брушлинский // Психологический журнал. – 2000. – №6. – С. 4–9.
20. Булавенко О. А. Психолого-педагогические условия формирования технического мышления у будущих учителей технологии и предпринимательства: Дис. канд. пед. наук / О. А. Булавенко – Брянск, 1999. – 227 с.
21. Булах І. Є. Створюємо якісний тест : Навч. посіб. / Ірина Євгенівна Булах, Марина Рашидівна Мруга. – К. : Майстер-клас, 2006. – 160 с.
22. Великий тлумачний словник сучасної української мови / [укладач і голов. ред. В. Т. Бусел]. – К. : Ірпінь: ВТФ «Перун», 2004. – 1440с.
23. Великий тлумачний словник української мови / Упоряд. Т. В. Ковальова. – Харків: Фоліо, 2005. – 767 с.
24. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: Контекстный подход: Метод, пособ. / А. А. Вербицкий. – М. : Высш. шк., 1991. – 207 с.
25. Воловик П. М. Теорія імовірності і математична статистика в педагогіці / П. М. Воловик. – К. : Рад. школа, 1969. – 222 с.

26. Вопросы педагогики профессионального образования / Под ред. В. Ланге. – М.: Знание, 1965. – 118 с.
27. Воспоминания / С. Тимошенко. – Київ : Наукова думка, 1993. – 424 с.
28. Выготский Л. С. Мышление и речь / Л. С. Выготский. – М. : Лабиринт, 1996. – 414 с.
29. Выготский Л. С. Собрание соч. в 6-ти томах / Л. С. Выготский / Гл. ред. А. В. Запорожец. – М : Педагогика, 1982. – Т.4. – 432 с.
30. Габай Т. В. Педагогическая психология : [учеб. пособ. для студ. высш. учеб. заведений] / Т. В. Габай. — М.: Академия, 2008. – 240 с. – 4-е изд.
31. Гальперин П. Я. Методы обучения и умственное развитие ребёнка / П. Я. Гальперин. – М. : Педагогика, 1985. – 46 с.
32. Географія. Світове господарство. НТР. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http // subject. com. ua / geographic / geo / 805. html](http://subject.com.ua/geographic/geo/805.html).
33. Гильбух Ю. З. Развитие технического мышления / Ю. З. Гильбух // Школа и производство. – 1988. – № 11. – С. 3–6.
34. Гласс Дж. Статистические методы в педагогике и психологии / Дж. Гласс, Дж. Стенли. – М. : Прогресс, 1976. – 494 с.
35. Гончаренко С. У. Методика як наука / Семен Устимович Гончаренко. – Хмельницький : Вид-во ХГПК, 2000. – 30 с.
36. Горохов В. Г. Методологический анализ научно-технических дисциплин: Монография / В. Г. Горохов. – М. : Высш. шк., 1984. – 112 с.
37. Горохов В. Г. Русский инженер-механик и философ техники Пётр Климентьевич Энгельмейер // Вопросы истории естествознания и техники. – 1990. – № 4. – С.51–60.
38. Грабарь В. В. Инженерное мышление как социокультурный феномен и проблема гуманитаризации инженерного образования / Вадим Валерьевич Грабарь. – Автореф. дис. канд. философ. наук. — 09.00.11. – Пермь, 1997. – 18 с.
39. Грабарь М. И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях : Непараметрические методы / М. И. Грабарь, К. А. Краснянская. – М. : Педагогика, 1977. – 136 с.

40. Гура О. І. Психолого-педагогічна компетентність викладача вищого навчального закладу : теоретико-методологічний аспект: Монографія / О. І. Гура. – Запоріжжя : ГУ «ЗІДМУ», 2006. – 332 с.

41. Гуревич Р. С. Навчально-виховний процес у професійно-технічних закладах / Р. С. Гуревич, М. Ю. Кадемія, Л. С. Шевченко / за ред. проф. Р. С. Гуревича. – Вінниця : ТОВ «Планер», 2010. – 330 с.

42. Давлеткиреева Л. З. Информационно-предметная среда в процессе профессиональной подготовки будущих специалистов в университете : монография / Л. З. Давлеткиреева. – Магнитогорск : МаГУ, 2008. – 142 с.

43. Давыдов В. В. Научное обеспечение образования в свете нового педагогического мышления / В. В. Давыдов // Новое педагогическое мышление / Под ред. А. В. Петровского. – М. : Педагогика, 1989. – 280 с.

44. Давыдов В. В. Проблемы развивающего обучения: Опыт теоретического и экспериментального исследования / В. В. Давыдов – М. : Педагогика, 1986. – 240 с.

45. Дахин А. Н. Моделирование в педагогике: попытка осмысления / А. Н. Дахин // Bestreferat. ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bestreferat.ru/referat-78582.html>.

46. Дахин А. Н. Педагогическое моделирование как средство модернизации образования в открытом информационном сообществе / А. Н. Дахин // Стандарты и мониторинг в образовании. – 2004. – № 4. – С. 6–60.

47. Деменева Н. Н. Формирование педагогического мышления у студентов путем активизации обучения на интегративной основе: Автореф. дис. канд. пед. наук / Н. Н. Деменева. – Н. Новгород, 1993. – 17 с.

48. Дятчин Н. И. История развития инженерной деятельности и технического образования в процессе развития науки и техники / Н. И. Дятчин // Известия Алтайского государственного университета. – Выпуск № 4–3 – 2010. – С. 68–72.

49. Единство научного знания / Отв. ред. Н. Т. Абрамова. – М. : Наука, 1988. – 334с.

50. Жернов В. И. Профессионально-педагогическая направленность личности студента : теория и практика: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук / В. И. Жернов. – Оренбург : ОГПИ, 1994. – 46 с.

51. Завалишина Д. Н. Психологический анализ оперативного мышления : Экспериментально-теоретическое исследование / Д. Н. Завалишина – М. : Наука, 1985. – 221 с.

52. Закон України «Про вищу освіту». Верховна Рада України; Закон від 01.07.2014 № 1556-VII Доступно на сайті: Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>

53. Закон України «Про вищу освіту». Верховна Рада України; Закон від 17.01.2002 № 2984-III. Доступно на сайті: Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2984-14>

54. Занфирова Л. В. Формирование технического мышления в процессе подготовки студентов агроинженерных вузов : автореф. дис. канд. пед наук / Л. В. Занфирова. – Москва : 2008. – 23 с.

55. Зверева М. В. О понятии «дидактические условия» / М. В. Зверева // Новые исследования в педагогических науках. – М. : Педагогика. – 1987. – № 1. – С. 29–32.

56. Зверева Н. М. Формирование естественнонаучного мышления школьников в процессе обучения физике / Н. М. Зверева дис. докт. пед. наук. 13.00.02. – Нижний Новгород, 1984. – 325 с.

57. Зимняя И. А. Педагогическая психология / И. А. Зимняя. – М. : Логос, 2004 – 384 с.

58. Зиновкина М. М. Формирование творческого технического мышления и инженерных умений студентов технических вузов / М. М. Зиновкина дис. докт. пед. наук. – М., 1988. – 376 с.

59. Зинченко В. П. Образ и деятельность / В. П. Зинченко. – М. : Воронеж: Ин-ут практич. психологии; МОДЭК, 1997. – 608с.

60. Злотина Э. Введение в теорию решения изобретательских задач: [учеб. пособ.] / Эсфирь Злотина, Владимир Петров. – Тель-Авив, 1999. – Доступно на сайті : Режим доступу : http://www.trizminsk.org/e/23110_342.htm.

61. Зубкова Ю. О. Средовой подход как фактор эффективного формирования компетенций студентов

инженерных специальностей / Ю. О. Зубкова, Э. Р. Хайруллина, Л. Л. Никитина // Инженерное образование. – №15. – 2014. – С. 129–133.

62. Зязюн І. А. Передмова: Технологія освіти як історична неперервність // Педагогічні технології у неперервній професійній освіті: Монографія / За ред. С. О. Сисоевої. – К. : ВППОЛ, 2001. – 502 с.

63. Иванов П. И. О конструктивно-техническом мышлении и его активизации в процессе трудового обучения // Вопросы активизации мышления и творческой деятельности учащихся: Тезисы докладов на межвузовской конференции. Министерство просвещения РСФСР / Под ред. П. И. Иванова. – М. : Моск. гос. пед. ин-т им. В. И. Ленина, 1964. – 211 с.

64. Івченко А. О. Тлумачний словник української мови / А. О. Івченко. – Харків : ФОЛІО. – 2002. – 543 с., с.189] та в сучасному тлумачному словнику іншомовних слів [Словник іншомовних слів: – [Доступно на сайті]. – Режим доступу: http://hohlopedia.org.ua/slovyk_inshomovnyk_sliv/search/?word.

65. Ильин Е. П. Мотивация и мотивы / Е. П. Ильин. – СПб. : Питер, 2006. – 512 с.

66. Ингенкамп К. Педагогическая диагностика / К. Ингенкамп. – М. : Педагогика, 1994. – 103 с.

67. Інформаційне забезпечення навчально-виховного процесу: інноваційні засоби і технології : Колективна монографія / АПН України, Інститут засобів навчання; В. Ю. Биков, О. О. Гриценчук, Ю. О. Жук та ін. – К. : Атіка, 2005. – 251 с.

68. Кабанова-Меллер Е. Н. Формирование приёмов умственной деятельности и умственное развитие учащихся / Е. Н. Кабанова-Меллер. – М. : Просвещение, 1968. – 288 с.

69. Калмыкова З. И. Продуктивное мышление как основа обучаемости / З. И. Калмыкова – М. : Педагогика, 1981. – 200 с.

70. Кедров Б. М. Диалектический путь теоретического синтеза современного научного знания / Б. М. Кедров // Синтез современного научного знания : Сб. статей / Под ред. В. А. Амбарцумян. – М. : Наука, 1973. – С. 56–65.

71. Кедров Б. М. О творчестве в науке и технике / Б. М. Кедров. – М. : Молодая гвардия, 1987. – 192 с.

72. Кирилашук С. А. Педагогічні умови формування інженерного мислення студентів технічних університетів у процесі навчання вищої математики / Світлана Анатоліївна Кирилашук. – Автореф. дис. к. п. н., 13.00.04 – теорія та методика професійної освіти. – Вінниця, 2010. – 22 с.

73. Кларин М. В. Инновационные модели обучения в зарубежных педагогических поисках / М. В. Кларин. – М. : Педагогика, 1994. – 222 с.

74. Ковалев Г. А. Психическое развитие ребенка и жизненная среда / Г. А. Ковалев // Вопросы психологии. – 1993. – №1. – С. 13–23.

75. Коваль Т. І. Теоретичні та методичні основи професійної підготовки з інформаційних технологій майбутніх менеджерів-економістів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук: спец. 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти» / Тамара Іванівна Коваль. – К., 2008. – 44 с.

76. Козырева Е. И. Школа педагога-исследователя как условие развития педагогической культуры / Е. И. Козырева // Методология и методика естественных наук : [сб. науч. тр.]. – Вып. 4. – Омск : Изд-во ОмГПУ, 1999. – 24 с.

77. Коломінський Н. Л. Соціально-психологічні проблеми підготовки фахівців до професійної діяльності / Н. Л. Коломінський // Наука і освіта. – 2004. – №3. – С. 14–16.

78. Комаров В. Д. Специфика предмета технических наук // Научно-техническая революция и некоторые методологические проблемы технических наук / Под ред. В. Д. Комарова. – М. : Наука, 1976. – С. 36–40.

79. Комаров С. В. Проблема инженерного мышления / С. В. Комаров

80. / Автореф. дис. канд. философских наук : 09.00.01 / Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького – Свердловск, 1991. – 19 с.

81. Компетентісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи : Бібліотека з освітньої політики / Під заг. ред. О. В. Овчарук. – К. : К. І. С., 2004. – 112 с.

82. Кондаков Н. И. Логический словарь-справочник / Н. И. Кондаков. – М. : Наука, 1975. – 720 с.

83. Конов Б. И. Технические науки как синтез прикладных и фундаментальных исследований / Б. И. Конов // Фундаментальные и прикладные исследования в условиях НТР: Сб. статей / Сост. А. Т. Москаленко. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-е, 1978. – С. 51–62.

84. Конспект лекцій з курсу «Історія інженерної діяльності» / Укладачі: Ю. Я. Ткачук, С. В. Сапожников. – Суми : Вид-во СумДУ, 2004. – 57 с.

85. Конституція України // Електронний ресурс: [Доступно на сайті] // <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80>.

86. Корн Г. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / Г. Корн, Т. Корн. – М. : Наука, 1974. – 832 с.

87. Кострюков А. В. Теоретические основы и практика формирования графической культуры у студентов технических вузов в условиях модернизации высшего профессионального образования : (на примере начертательной геометрии и инженерной графики) : Автореф. дис. доктор. пед. наук : 13.00.08 / А. В. Кострюков. – М. : 2004. – 32 с.

88. Кошук О. Б. Методологічні підходи до формування технічних здібностей майбутніх інженерів-аграрників / О. Б. Кошук // Вища освіта України. – 2010. – № 3 (21). – С.2–16

89. Краткий педагогический словарь (гlossарий современного образования) / Отв. ред. : В. А. Глуздов, Л. В. Загрекова. – Н. Новгород : НГПУ, 1998. – 71 с.

90. Краткий психологический словарь / Отв. ред. А. В. Петровский, М. Г. Ярошевский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 1998. – 512 с.

91. Кряжева Е. В. Развитие технического мышления у будущих специалистов на основе межпредметной интеграции : диссертация кандидата психологических наук : 19.00.07 / Е. В. Кряжева. Ярославль, 2009. – 179 с.

92. Кудрявцев Т. В. Психология технического мышления: Автореф. дис. д. псих. н. / Т. В. Кудрявцев. М., 1971. – 41 с.

93. Кудрявцев Т. В. Психология технического мышления: Процесс и способы решения технических задач / Т. В. Кудрявцев. – М. : Педагогика, 1975. – 304 с.
94. Кузык Б. Н. Цивилизации: теория, история, диалог, будущее / Б. Н. Кузык, Ю. В. Яковец; авт. вступ. ст. А. Д. Некипелов. Т. V : Цивилизации : прошлое и будущее : Учебник / Б. Н. Кузык, Ю. В. Яковец; авт. слова к читателю В. М. Филиппов. – М. : Институт экономических стратегий, 2008. – 576 с.
95. Куприянов Б. В. Современные подходы к определению сущности категории «педагогические условия» / Б. В. Куприянов, С. А. Дынина // Вестник Костромского гос. ун-та им. Н. А. Некрасова. – 2001. – № 2. – С. 101–104.
96. Кусайкіна Н. Д. Новий український тлумачний словник: Близько 20000 слів і словосполучень / Н. Д. Кусайкіна, Ю. С. Цибульник // За заг. ред. В. В. Дубічинського – Х. : ВД «Школа», 2008. – 608 с.
97. Ланда Л. Н. Алгоритмизация в обучении / Л. Н. Ланда; под общ. ред. : Б. В. Гнеденко, Б. В. Бирюкова ; Акад. пед. наук РСФСР, Ин-т психологии, АН СССР. – М. : Просвещение, 1966. – 523 с.
98. Лебедев О. Е. Компетентностный подход в образовании / О. Е. Лебедев // Школьные технологии. – 2004. – №5. – С. 3–12.
99. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность / А. Н. Леонтьев. – М. : Политиздат, 1975. – 304 с.
100. Лернер И. Я. Развитие мышления учащихся в процессе обучения истории: Пособ. для учителей / И. Я. Лернер. – М.: Просвещение, 1982. – 190 с.
101. Лихачев Б. Т. Воспитательные аспекты обучения: учеб. пособ. по спец. курсу для студентов пед. ин-тов / Б. Т. Лихачев. – М. : Прсвещение, 1982. – 192 с.
102. Ломов Б. Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии / Б. Ф. Ломов. – М. : Наука, 1984. – 226 с.
103. Ляудис В. Я. Структура продуктивного учебного взаимодействия // Психолого-педагогические проблемы взаимодействия учителя и учащихся I Под ред. А. А. Бодалева, В. Я. Ляудис. – М: МГУ, 1980. – С.30–52.

104. Малых Г. И. История и философия науки и техники : методические указания / Г. И. Малых, В. Е. Осипов. – Иркутск : ИрГУПС, 2008. – 91 с.

105. Мамаев И. А. Методологически ориентированное обучение будущих инженеров / И. А. Мамаев // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – № 4/1. – 2012. – С. 52–57.

106. Макарова И. Психология: конспект лекций / Ирина Макарова. – [Доступно на сайті]. – Режим доступа: <http://moyaosvita.com.ua/psihologija/mislennya-yak-vishha-forma-riзнаvalno%D1%97-diyalnosti/>.

107. Маркс К. Сочинения / К. Маркс, Ф. Энгельс. – М. : Политиздат, 1964. – Т. 23. – 912 с.

108. Маркс К. Сочинения / К. Маркс, Ф. Энгельс. – 2-е изд. : в 50 т. – М. : Политиздат, 1955. Т. 1. – 536 с.

109. Маркс К. Сочинения / К. Маркс, Ф. Энгельс. 2-е изд. М. : Политиздат, 1996. – Т.39. – 713 с.

110. Маслов В. І. Моделювання у теоретичній і практичній діяльності в педагогіці / В. І. Маслов // Післядипломна освіта в Україні. – 2008. – № 1. – С. 3–9.

111. Матюшкин А. М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении / А. М. Матюшкин. – М. : Педагогика, 1972. 208 с.

112. Махмутов М. И. Организация проблемного обучения в школе / М. И. Махмутов. М. : Просвещение, 1977. – 240 с.

113. Машинобудування / Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Доступно на сайті // Режим доступа: <https://uk.wikipedia.org/wiki>

114. Менг Т. В. Средовый подход к организации образовательного процесса в современном вузе / Т. В. Менг // Изв. Рос. гос. пед. ун-та им. А. И. Герцена. – 2008. – № 52. – С. 70–83.

115. Методичні системи сучасних інформаційно-освітніх технологій // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: Зб. наук. пр. / АПН України, Нац. техн. ун-т «Харк. політехн. ін-т»; За ред. Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО та О. Г. РОМАНОВСЬКОГО. – Х., 2002. – Вип. 3. – С. 73–83.

116. Мизинцев В. П. Применение моделей и методов моделирования в дидактике / В. П. Мизинцев. – М., 1977. – 228 с.

117. Митина Л. М. Эмоциональная гибкость учителя : Психологическое содержание, диагностика, коррекция /

Л. М. Митина, Е. С. Асмаковец; Моск. психол.-соц. ин-т. – М. : Флинта, 2001. – 192 с.

118. Митчем К. Что такое философия техники? / К. Митчем. – М. : Аспект-Пресс, 1995. – 149 с.

119. Михеев В. И. Моделирование и методы теории измерений в педагогике : – 3-е изд., стереотип. / В. И. Михеев. – М. : КомКнига, 2006. – 200 с.

120. Модель / Філософський словник. – Доступно на сайті// Режим доступу: http://5ka.at.ua/load/filosofija/filosofskij_slovník_slovník/66-1-0-9370.

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

122. Мухина М. В. Развитие технического мышления у будущего учителя технологии и предпринимательства средствами системы познавательных заданий: диссерт. канд. пед наук : 13.00.08 / М. В. Мухина. – Нижний Новгород, 2003. – 214 с.

123. Мышление учителя: Личностные механизмы и понятийный аппарат : Монография / Под ред. Ю. Н. Кулюткина, Г. С. Сухобской М. : Педагогика, 1990. – 104 с.

124. Напряг підготовки 6.050502 «Інженерна механіка». Профіль програми. – [Доступно на сайті]. – Режим доступу: <http://edu.lp.edu.ua/napryamy/6050502-inzhenerna-mehnika>.

125. Негодаев И. А. Философия техники: [учеб. пособ.] / И. А. Негодаев. – Ростов-на-Дону : «Центр ДГТУ», 1997. – 562 с.

126. Немов Б. С. Психология : Учеб. для студ. пед. Вузов : В 3-х кн. -3-е изд. – М. : Гуманит. изд-й центр ВЛАДОС, 1999. – Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование элементами математической статистики. – 632 с.

127. Низамов Р. А. Дидактические основы активизации учебной деятельности студентов / Р. А. Низамов. – Казань : Изд-во Казанского ун-та, 1975. – 303 с.

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

129. Овчарук О. В. Розвиток компетентнісного підходу : стратегічні орієнтири міжнародної спільноти / О. В. Овчарук // Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи. – К. : «К. І. С.», 2004. – 112с.
130. Ожегов С. И. Словарь русского языка / Под ред. Н. Ю. Шведовой. – 20-е изд., стереотип. – М. : Рус. яз., 1989. – 750с.
131. Оконь В. Введение в общую дидактику : Пер. с польск / В. Оконь. – М. : Высш. шк., 1990. – 380 с.
132. Оконь В. Основы проблемного обучения: Пер. с польск. – М. : Просвещение, 1968. – 208 с.
133. Ортега И. Гассет Х. Избранные труды / Под ред. А. М. Руткевич. – М.: Весь мир, 1997. – 701 с.
134. Освітні технології: навч.-метод. посіб. / О. М. Пехота, А. З. Кіктенко, О. М. Любарська та ін.; За заг. ред. О. М. Пехоти. – К. : А. С. К., 2002. – 255 с.
135. Ошанин Д. А. Психологические вопросы регуляции деятельности / Под ред. Д. А. Ошанина и О. А. Конопкина. – М. : Педагогика, 1973. – 207 с.
136. Педагогика и психология высшей школы : [учеб. пособ.] / Авторский коллектив // Ответственный редактор М. В. Буланова-Топоркова. – Ростов н/Д : Феникс, 2002. – 544 с., с. 370.
137. Педагогічні технології у неперервній професійній освіті: Монографія / За ред. С. О. Сисоевої. – К. : ВІПОЛ, 2001. – 502 с.
138. Петрук В. А. Теоретико-методичні засади формування професійної компетентності майбутніх фахівців технічних спеціальностей у процесі вивчення фундаментальних дисциплін. Монографія / Віра Андріївна Петрук. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 292с.
139. Петрова С. Д. Образовательные ресурсы развития технического мышления студентов университетского колледжа / С. Д. Петрова, А. В. Кострюков // Вестник ОГУ. – №11. – (172) / ноябрь 2014. – С. 187–193.
140. Петровский А. В. Основы теоретической психологии: Учеб. пособие для студ. вузов / А. В. Петровский, М. Г. Ярошевский. – М. : ИНФРА – М, 1998. – 536 с.

141. Петровский В. А. Психология неадаптивной активности / В. А. Петровский. – М. : ТОО «Горбунок», 1992. – 224 с.

142. Петрунева Р. М. Модель специалиста-инженера : от деятельности к компетентности: монография / Р. М. Петрунева. – Волгоград : Политехник, 2007. – 145 с.

143. Печерсков Д. А. Особенности формирования инженерного мышления в техническом вузе / Д. А. Печерсков, Д. А. Мустафина // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 5. – С. 81–82.

144. Пехота О. М. Основи педагогічних досліджень: навч. посібник / О. М. Пехота, І. П. Єрмакова. – 2-ге вид., переробл. і допов. – К. : Знання, 2013. – 287 с.

145. Підбуцька Н. В. Педагогічні умови формування конфліктологічної культури майбутнього інженера – машинобудівника. Автореф. дис. п. н., 13.00.04 – теорія та методика професійної освіти / Наталя Вікторівна Підбуцька. – Вінниця, 2008. – 20 с.

146. Планида С. И. Дидактические условия формирования профессионально-технического мышления студентов средних специальных образовательных учреждений : дис. канд. пед. наук : 13.00.08 / С. И. Планида. Армавир, 2010. – 217 с.

147. Платон. Сочинения: В 3-х т. / Под ред. А. Ф. Loseva, В. Ф. Асмуса. Т. 1. – М. : Мысль, 1968. – 623 с.

148. Повshedная Ф. В. Введение в педагогическую деятельность : учеб. пособ. / Ф. В. Повshedная. – Н. Новгород : НГПУ, 2001. – 137 с.

149. Повshedная Ф. В. Методологические основы профессионального самоопределения учителя : Монография / Ф. В. Повshedная. – Н. Новгород : НГПУ, 2002. – 166 с.

150. Подласый И. П. Педагогика: учеб. для студ. высших пед. учеб. заведений / И. П. Подласый. – М. : Педагогика, 1996. – 632 с.

151. Подшивалкіна В. І. та ін. Макро- і мікросоціальна інженерія: Соціоінженерний практикум: Навчальне видання / В. І. Подшивалкіна, М. П. Лукашевич, Є. І. Суїменко, Т. Г. Каменська. – Одеса : Астропринт, 2001. – 231 с.

152. Пометун О. І. Теорія та практика послідовної реалізації компетентнісного підходу в досвіді зарубіжних країн / О. І. Пометун // Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи. – К. : «К. І. С.», 2004. – 112 с.

153. Попова О. П. Розвиток творчого потенціалу майбутнього інженера в процесі професійної підготовки у вищому технічному навчальному закладі / Олена Петрівна Попова. – Автореф. дис. к. п. н., 13.00.04 – теорія та методика професійної освіти. Класичний приватний університет – Запоріжжя, 2009. – 23 с.

154. Про особливості запровадження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2015 року № 266 / Наказ МОН України від 06.11.2015 № 1151. – [Доступно на сайті]. – Режим доступу / <http://old.mon.gov.ua/ua/about-ministry/normative/4636>.

155. Программа учебной практики для студентов, обучающихся по направлению 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» профиль: «Технология машиностроения». Владимирский государственный университет. Доступно на сайте / Режим доступа: rsatu.ru/arch/fgos/oor/151900_1bpp.pdf.

156. Професійна освіта : Словник: Навч. посіб. / Уклад. С. У. Гончаренко та ін.; За ред. Н. Г. Ничкало. – К. : Вища школа, 2000. – 380 с.

157. Психологічний тлумачний словник / [авт.-уклад. Шапар Віктор Борисович]. – Х. : Прапор, 2004. – 640 с.

158. Психологический словарь / Под ред. В. В. Давыдова, А. В. Запорожца, Б. Ф. Ломова и др. – М. : Педагогика, 1983. – 447 с.

159. Психологический словарь / Под ред. В. П. Зинченко, Б. Г. Мещерякова. 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Педагогика – Пресс, 1996. – 263 с.

160. Психология : Словарь / Под общ. ред. А. В. Петровского, М. Г. Ярошевского. – М. : Политиздат, 1990. – 494 с.

161. П'ятакова Г. П. Сучасні педагогічні технології та методика їх застосування у вищій школі: навч.-метод. посіб. для студентів та магістрантів вищої школи / Г. П. П'ятакова, Н. М. Заячківська. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. – 55 с.

162. Развитие и диагностика способностей / Отв. ред. В. Н. Дружинин, В. Д. Шадриков. – М. : Наука, 1991. – 181 с.

163. Развитие педагогического мышления у будущих учителей начальных классов : Межвузовский сборник научных трудов / Отв. ред. Т. М. Сорокина. – Н. Новгород : НГПУ, 1996. – 80 с.

164. Развитие творческой активности учащихся на основе навыков комплексного анализа / Под ред. Н. Ф. Талызиной. – Челябинск : ЧГУ, 1991. – 102 с.

165. Развитие школьников в процессе обучения (III–IV кл.) / Под ред. Л. В. Занкова. – М. : Просвещение, 1967. – 176 с.

166. Разумовский В. Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике / В. Г. Разумовский ; Науч.-исслед. ин-т содерж. и методов обучения Акад. пед. наук СССР. – Москва : Просвещение, 1975. – 272 с.

167. Райковська Г. О. Розвиток технічного мислення студентів у процесі вивчення креслення / Г. О. Райковська. – дис. канд. пед. наук зі спеціальності 13.00.02 – теорія та методика навчання (креслення). – Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – Київ, 2003. – 219 с.

168. Ракитов А. И. Философия компьютерной революции / А. И. Ракитов. – М. : Политиздат, 1991. – 286 с.

169. Романовський О. Г. Якість підготовки фахівців і формування національної еліти як проблеми філософії освіти / О. Г. Романовський // Теорія і практика управління соціальними системами. – Харків : НТУ «ХПИ», 2009. – № 1. – 116 с. – С.3–8.

170. Российская педагогическая энциклопедия: В 2 т. / Ред. кол. В. В. Давыдов (гл. ред.) и др. – М. : Большая российская энциклопедия, 1999. – Т.2. – 672 с.

171. Российская педагогическая энциклопедия: В 2-х т. / Ред. кол. В. В. Давыдов (гл. ред.) и др. – М. : Большая Российская энциклопедия, 1993. – Т.1. – 608 с.

172. Рубинштейн С. Л. О мышлении и путях его исследования / С. Л. Рубинштейн. – М. : АН СССР, 1958. – 147 с.
173. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии / С. Л. Рубинштейн. – М. : Учпедгиз, 1946. – 648 с.
174. Рубинштейн С. Л. Проблемы общей психологии / Под ред. Е. В. Шоховой. – М. : Педагогика, 1973. – 416 с.
175. Сапрыкин Д. Л. Инженерное образование в России: история, концепция, перспективы / Д. Л. Сапрыкин // Высшее образование в России. – 2012. – № 1. – С. 125–137.
176. Сапрыкин Д. Л. История инженерного образования в России, Европе и США: развитие институтов и количественные оценки / Д. Л. Сапрыкин // Социальная история. – М. : Алетейя. 2012. – С. 52–90
177. Селевко Г. К. Современные образовательные технологии: учеб. пособ. / Г. К. Селевко. – М. : Народное образование, 1998. – 256 с.
178. Сенченко В. А. Критерии и показатели сформированности технического мышления студентов колледжа [Электронный ресурс] / В. А. Сенченко // Теория и практика профессионального образования: педагогический поиск. Сб. статей. – Режим доступа : <http://www.vrtk.ru/izdanie.htm> (дата обращения 21.04.2014).
179. Сисоева С. О. Основи педагогічної творчості: Підручник / Світлана Олександрівна Сисоева. – К. : Міленіум, 2006. – 344 с.
180. Сивцева А. С. Определение содержания понятия «педагогические условия» методом контент-анализа / А. С. Сивцева // Вісник Житомирського державного університету. – Випуск 4 (76). – Педагогічні науки. – Житомир, 2014. – С. 139–143.
181. Симонов В. П. Диагностика личности и профессионального мастерства преподавателя: Учеб. пособие для студентов педвузов, учителей и слушателей ФПК. – М. : Международная пед. академия, 1995. – 192 с.
182. Системы питания, зажигания и управления работой бензиновых двигателей: Методическое руководство / научн. ред. С. Г. Горшков. – Н. Новгород : НГПУ, 1999. – 30 с.

183. Скаткин М. Н. Методология и методика педагогических исследований (в помощь начинающему исследователю) / М. Н. Скаткин. – М. : Педагогика, 1986. – 152 с.

184. Скаткин М. Н. Проблемы современной дидактики / М. Н. Скаткин. – М. : Педагогика, 1984. – 96 с.

185. Слостенин В. А. Педагогические задачи и ситуации по теории и методике воспитания / В. А. Слостенин. – М. : МГПИ, 1991. – 86 с.

186. Слєпкань З. І. Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі: Навч. посіб / Зінаїда Іванівна Слєпкань. – К. : Вища шк., 2005. – 239 с.

187. Словник української мови: в 11 тт. / АН УРСР. Інститут мовознавства; за ред. І. К. Білодіда. – К. : Наукова думка, 1970–1980. – Том 9, 1978. – С. 789.

188. Смирнов В. И. Общая педагогика в тезисах, дефинициях, иллюстрациях / В. И. Смирнов. – М. : Пед. общество России, 1999. – 416 с.

189. Совершенствование профессиональной подготовки будущего учителя / Под ред. Б. А. Грицюка, Р. П. Скульского. – Львов : Свит, 1990. – 148 с.

190. Спасенников В. В. Междисциплинарные связи инженерной педагогики и инновационного менеджмента в развитии технического мышления студентов / В. В. Спасенников, Д. В. Якименко // Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова. 2013. – Т. 19. – №1. – С. 195–202.

191. Справочник по инженерной психологии / Под ред. Б. Ф. Ломова. – М. : Машиностроение, 1982. – 368 с.

192. Стёпин В. С. Становление научной теории / В. С. Стёпин. – Минск : БГУ, 1976. – 319 с.

193. Степин В. С. Философия науки и техники / В. С. Степин, В. Г. Горохов., М. А. Розов. – М. : Контакт-Альфа, 1995. – 384 с.

194. Сущенко Т. І. Діяльність викладача в умовах глобалізації освітнього простору / Т. І. Сущенко // Теорія і практика управління соціальними системами. – 2013. – № 3. – С. 94–101.

195. Сучасна вища школа: психолого-педагогічні аспекти: Монографія / За ред. Н. Г. Ничкало – К. : ІПППО, 1999. – 450 с.

196. Сучасний словник іншомовних слів: близько 20 тис. слів і словосполучень / НАН України. Ін-т мовознавства ім. О. О. Потебні. Уклад. О. І. Скопненко, Т. В. Цимбалюк. – Київ : «Довіра», 2006. – 789 с.

197. Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний / Н. Ф. Талызина. – М. : МГУ, 1975. – 343 с.

198. Талызина Н. Ф., Педагогическая психология : Психодиагностика интеллекта : учеб. пособ. / Н. Ф. Талызина, Ю. В. Карпов. – М. : МГУ, 1987. – 63 с.

199. Теплов Б. М. Избранные труды: в 2 т. / Б. М. Теплов. – М. : Педагогика, 1985. – Т.1 – 329 с.

200. Теплов Б. М. Избранные труды : в 2 т. / Б. М. Теплов. – М. : Педагогика, 1985. – Т.2 – 359 с.

201. Теплов Б. М. Проблемы индивидуальных различий / Б. М. Теплов. – М. : Изд-во Акад. пед. наук РСФСР, 1961. – 536 с.

202. Терьохіна О. Л. Алгоритмічні приписи як основа формування технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників / О. Л. Терьохіна // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Педагогіка, психологія, філософія» / редкол.: С. М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. – Київ : Міленіум, 2015. – Вип. 230. – С. 184–191.

203. Терьохіна О. Л. Врахування психологічних особливостей особистості у процесі формування інженерного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників / О. Л. Терьохіна // Дослідження різних напрямів розвитку психології та педагогіки : зб. наук. робіт учасників Міжнар. наук.-практ. конф., 20–21 листопада 2015 р., м. Одеса. – Одеса : ГО «Південна фундація педагогіки», 2015. – С. 51–53.

204. Терьохіна О. Л. Встановлення і наукове обґрунтування організаційно-педагогічних умов формування технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників / О. Л. Терьохіна // Освітні інновації: філософія, психологія, педагогіка : матер. II Міжнар. наук.-практ. конф., 3 грудня 2015 р. : у 4 ч. – Суми : Мрія, 2015. – Ч. 2. – С. 147–150.

205. Терьохіна О. Л. Застосування алгоритмічних приписів як засобу формування інженерного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників / О. Л. Терьохіна // Наука і вища

освіта : тези доповідей XXIII Міжнар. наук. конф. студентів і молодих учених, м. Запоріжжя, 23 квітня 2015 р. / Класичний приватний університет. – Запоріжжя : КПУ, 2015. – С.336.

206. Терьохіна О. Л. Зміст та структура понятійного конструкту «інженерне мислення інженерів-машинобудівників» / О. Л. Терьохіна // Наука і освіта : науково-практичний журнал Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського, 2015. – Вип. 8/СХХХVII. – С. 173–177.

207. Терьохіна О. Л. Організаційно-педагогічні умови формування інженерного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників / О. Л. Терьохіна // Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. пр. / [редкол.: Т. І. Сущенко (голов. ред.) та ін.]. – Запоріжжя : КПУ, 2015. – Вип. 40 (93). – С. 281–287.

208. Терьохіна О. Л. Орієнтація процесу професійної підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників на комплексне формування інженерного мислення / О. Л. Терьохіна // Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. пр. / [редкол.: Т. І. Сущенко (голов. ред.) та ін.]. – Запоріжжя : КПУ, 2015. – Вип. 41 (94). – С. 337–345.

209. Терьохіна О. Л. Постановка проблеми формування інженерного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування у процесі фахової підготовки / О. Л. Терьохіна // Модернізація загальної та професійної освіти в умовах глобального світу : тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф., 22–23 березня 2013 р. / за ред. В. М. Огаренка та ін. – Запоріжжя : КПУ, 2013. – С. 259–261.

210. Терьохіна О. Л. Психолого-педагогічні засади формування інженерного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників / О. Л. Терьохіна // Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. пр. / [редкол.: Т. І. Сущенко (голов. ред.) та ін.]. – Запоріжжя : КПУ, 2014. – Вип. 39 (92). – С. 389–395.

211. Терьохіна О. Л. Розробка структурно-функціональної моделі формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування / О. Л. Терьохіна // Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук.

праць / [редкол.: Т. І. Сущенко (голов. ред.) та ін.]. – Запоріжжя : КПУ, 2015. – Вип. 44 (97). – С. 467–475.

212. Терехина О. Л. Техническое мышление будущих бакалавров машиностроения как целевой ориентир их профессиональной подготовки / О. Л. Терехина // Гуманитарные науки в современном мире : матер. VI Междунар. науч.-практ. Интернет-конференции 30 ноября – 10 декабря 2013 г. / под общ. ред. М. А. Литовченко. – Тамбов : Изд-во ИП Чеснокова А. В., 2014. – С. 68–71.

213. Терехіна О. Л. Формування технічного мислення майбутніх інженерів-машинобудівників на засадах компетентнісного підходу / О. Л. Терехіна // Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. пр. / [редкол.: Т. І. Сущенко (голов. ред.) та ін.]. – Запоріжжя : КПУ, 2015. – Вип. 42 (95). – С. 362–368.

214. Технічне мислення: Тлумачний словник психологічних термінів. Психологічний портал Smerfero // Режим доступу: Доступно на сайті: <http://smerfero.com/dictionary/tehnichne-myslennya/>.

215. Технологія машинобудування // Режим доступу: Доступно на сайті: <http://ukrefs.com.ua/90096-Tehnologii-mashinostroeniya.html>.

216. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л. Концепція формування гуманітарно-технічної еліти в НТУ «ХПІ» та шляхи її реалізації / Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ., О. Г. РОМАНОВСЬКИЙ, О. С. ПОНОМАРЬОВ. – Харків: НТУ «ХПІ», 2004. – 416 с.

217. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л. Логіко-методологічні основи інженерної діяльності // Теорія і практика управління соціальними системами / Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, О. С. ПОНОМАРЬОВ // Щоквартальний науково-практичний журнал. – Харків : НТУ «ХПІ», 2010. – № 3. – С. 3–10.

218. Толковый словарь Дмитриева. Профессия // <http://dic.academic.ru/dic.nsf/dmitriev/4343>.

219. Толлингерова Д. Психология проектирования умственного развития детей / Д. Толлингерова. – Москва – Прага, 1994. – 48 с.

220. Український педагогічний словник. / Укл. С. У. Гончаренко. – Довідкове видання. – К. : Либідь, 1997. – 376 с.

221. Усольцев А. О понятии «инженерное мышление» / А. Усольцев, Т. Шамало // Формирование инженерного мышления в процессе обучения: материалы междунар. науч.-практ. конф., 7–8 апреля 2015 г., Екатеринбург, Россия : / Урал. гос. пед. ун-т; отв. ред. Т. Н. Шамало. – Екатеринбург: 2015. – С. 3–9.

222. Філософський енциклопедичний словник / редкол. В. І. Шинкарук. – К. : Абрис, 2002. – 744 с.

223. Філософський словник соціальних термінів / [уклад. В. П. Андрущенко, В. С. Бакіров, М. І. Бойченко, В. І. Воловіч та ін., під заг. ред. В. П. Андрущенка]. – 3-тє вид., допов. – К. – Х. : Р. І. Ф., 2005. – 672 с.

224. Философские вопросы технического знания / Под ред. Н. Т. Абрамовой. – М. : Наука, 1984. – 296 с.

225. Философский энциклопедический словарь / Под общ. ред. С. С. Аверинцева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Сов. энциклопедия, 1989. – 815 с.

226. Фіцула М. М. Педагогіка вищої школи: навчальний посібник: [рек. МОН України] / М. М. Фіцула. – К. : Академвидав, 2010. – 454 с.

227. Фіцула М. М. Педагогіка: навч. посіб. : [рек. МОН України як навч. посіб. для студ. ВНЗ] / М. М. Фіцула. – Вид. 3-тє, стер. – К. : Академвидав, 2009. – 559 с.

228. Формирование личности учителя в педагогическом вузе: Сборник трудов / Под ред. Т. С. Колесниченко.– Вологда : Вологодский гос. пед. ин-ут, 1978. – 120 с.

229. Формирование личности учителя в системе высшего педагогического образования : Сборник научных трудов/ Под ред. В. А. Слостенина. – М. : МГПИ им. В. И. Ленина, 1979. – 145 с.

230. Формирование профессионально-педагогических качеств студентов пединститута : Межвузовский сборник научных трудов / Ред. кол. М. С. Кобзев (гл. ред.) и др. – Саратов : СГПИ им. К. А. Федина, 1985. – 133 с.

231. Формирование творческих способностей: Методические указания. – Ленинград : ДТТиПРФ, 1989. – 38с.

232. Формирование творческих способностей: сущность, условия, эффективность / Под ред. З. С. Гончарова. – Свердловск: Свердловский инженерно-педагогический ин-ут, 1990. – 160 с.

233. Формирование у студентов-заочников творческого мышления, профессиональных умений и навыков: Материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава МГЗПИ / Отв. ред. Н. С. Виноградов. – М. : Московский гос. заочный пед. ин-ут, 1975. – 165 с.

234. Хайдеггер М. Время и бытие. Статьи и выступления / Сост. В. В. Библихина. – М. : Республика, 1993. – 445 с.

235. Харламов И. Ф. Педагогика: учеб. пособ. / И. Ф. Харламов – М. : Юрист, 1997. – 512 с.

236. Хвольсон О. Д. Наука чистая и прикладная / О. Д. Хвольсон // Научный работник. – 1926. – №1. – С. 11–18.

237. Хрестоматия по инженерной психологии: Учеб. пособие / Под ред. Б. А. Душнова. – М. : Высш. шк., 1991. – 287с.

238. Худошина Ю. В. Формирование технического мышления у будущих преподавателей профессионального обучения / Ю. В. Худошина // Высшее образование сегодня. – 2009. – №2. – С. 73–75.

239. Чашин Е. В. Техническое и технологическое мышление в современном обществе / Е. В. Чашин // Вестник Челябинского государственного университета. – 2012. – № 35 (289). – Философия. Социология. Культурология. – Вып. 28. – С. 51–55.

240. Черепашчук А. А. Рівні сформованості та шляхи підвищення мотивації навчально-пізнавальної діяльності студентів технічних спеціальностей / А. А. Черепашчук // Вісник Черкаського національного університету : Педагогічні науки. – №137. – 2008. – С. 94–96.

241. Чернишов Д. О. Педагогічні умови формування інженерного стилю мислення учнів технічного ліцею засобами інформатики : Наук.-метод. посіб.: Для викладачів інф-ки ліцеїв (груп) техн. профілю, проф.-техн. навч. закл., технікумів / Д. О. Чернишов; ред. : В. М. Алфімов; Асоц. працівників гімназій і ліцеїв України. – Донецьк, 2003. – 210 с.

242. Чешев В. В. Технические знания и взаимосвязь естественных, общественных и технических наук / В. В. Чешев // Методологические проблемы взаимодействия общественных, естественных и технических наук: Сб. статей / Под ред. Б. М. Кедрова. – М. : Наука, 1981. – С. 81–98.

243. Шадриков В. Д. Проблемы профессиональных способностей В. Д. Шадриков // Психологический журнал. – 1982. – № 5. – С. 13–26.

244. Шаповалов Е. А. Общество и инженер : философско-социологические проблемы инженерной деятельности / Е. А. Шаповалов. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1984. – 183 с.

245. Шеменев Г. И. Философия и технические науки: Монография / Г. И. Шеменев. – М. : Высш. шк., 1979. – 120 с.

246. Шеменев Г. И. Философские аспекты исследования технических систем / Г. И. Шеменев. – М. : Знание, 1973. – 63 с.

247. Шубас М. Л. Инженерное мышление и научно-технический прогресс : стиль мышления, картина мира, мировоззрение / М. Л. Шубас. – Акад. наук Лит. ССР (Вильнюс). – Вильнюс : МИНТИС, 1982. – 173 с.

248. Шумельчик Л. Б. Засоби формування професійних компетенцій майбутнього гірничого інженера в умовах інформаційно-освітнього середовища / Л. Б. Шумельчик // Науковий вісник Південно-українського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського : зб. наук. пр. / [редкол.: А. М. Богуш (голов. ред.) та ін.]. – Одеса, 2014. – № 3–4. – С. 53–61.

249. Шухардин С. В. История науки и техники: Учеб. пособие / С. В. Шухардин / Под ред. А. А. Кузина. – М. : Наука, 1974. – 152 с.

250. Щуров В. А. Новый технократизм: Феномен техники в контексте духовного производства: Монография / В. А. Щуров. – Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 1995. – 115 с.

251. Эльконин Д. Б. Избранные психологические труды / Д. Б. Эльконин / Под ред. В. В. Давыдова, В. П. Зинченко. – М. : Педагогика, 1989. – 554 с.

252. Энгельмейер П. К. Философия техники / П. К. Энгельмейер. – Вып. 1–4. – М. : Образование, 1912. – 141 с.

253. Энциклопедия профессионального образования: в 3-х т. / [науч.-ред. совет: С. Я. Батышев (предисл.) и др.]. – Т.3. – М. : Профессиональное образование, 1999. – 448 с.

254. Якиманская И. С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе / И. С. Якиманская. – М. : Сентябрь, 1996. – 96 с.

255. Якиманская И. С. Формирование интеллектуальных умений и навыков в процессе производственного обучения / И. С. Якиманская. – М. : Высш. шк., 1979. – 88 с.

256. Яковец Ю. В. История цивилизаций [Учеб. пособ. для студентов вузов гуманитар. профиля] / Юрий Владимирович Яковец. – М. : ВЛАДОС, 1997. – 352 с.

257. Ясвин В. А. Образовательная среда: от моделирования к проектированию / В. А. Ясвин. – М. : Смысл, 2001. – 365 с.

258. 3D-принтер. <https://ru.wikipedia.org/wiki/3D>

259. The alignment of generic, specific and language skills within the Electrical and Information Engineering discipline. Application of the TUNING approach. http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/Summary_of_outcomes_TN/Generic_specific_and_language_skills_within_the_Electrical_and_Information_Engineering_discipline.pdf, p. 109.

260. Amadei B. Engineering for the Developing World / B. Amadei // The Bridge. – Vol. 34. – № 2. – 2004. – PP. 24–31.

261. Bugliarello G. The Ongoing Expansion of Frontiers of Engineering / G. Bugliarello // The Bridge. – Vol. 33. – № 4. – 2003. – P.3.

ДОДАТКИ

Додаток А

Тест Беннета. Оцінка рівня розвитку технічного мислення

Тест призначений для того, щоб оцінювати технічне мислення людини, зокрема її вміння читати креслення, розбиратися в схемах технічних пристроїв і їх роботі, вирішувати найпростіші фізико-технічні завдання.

У тесті досліджуваній отримує 70 технічних малюнків із завданнями і варіантами можливих відповідей на них. Завдання досліджуваного полягає в тому, щоб до кожного з малюнків знайти правильне рішення.

На всю роботу над тестом відводиться 25 хв. Розвиненість технічного мислення оцінюється за кількістю правильно вирішених за цей час завдань.

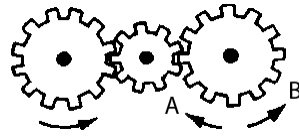
Далі, під номерами від 1 до 70, дано відповідні завдання у вигляді малюнків та пов'язаних з ними питань. Під кожним із запитань, наведено три варіанти можливих відповідей на нього, причому тільки один з них є правильним. Досліджуваному необхідно вибрати і вказати правильну відповідь, написавши на окремому аркуші паперу номер завдання та номер обраної відповіді. Запис 3.1 означатиме, що при вирішенні 3-го завдання досліджуваній вважав правильним 1-у із запропонованих відповідей на нього.

У табл. 1 і 2 містяться, відповідно, ключові відповіді на завдання тесту Беннета і нормативні дані, користуючись якими, можна оцінювати рівень розвитку технічного мислення у підлітків і старших школярів.

Задачі до тесту Беннета

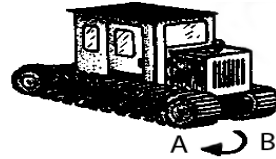
1. Якщо ліва шестерня повертається в зазначеному стрілкою напрямку, то в якому напрямку буде повертатися права шестерня?

1. В напрямку стрілки А.
2. В напрямку стрілки В.
3. Не знаю.



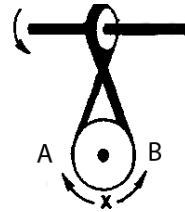
2. Яка гусениця повинна рухатися швидше, щоб трактор повертався в зазначеному стрілкою напрямку?

1. Гусениця А.
2. Гусениця В.
3. Не знаю.



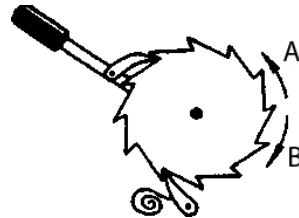
3. Якщо верхнє колесо обертається в напрямку стрілки, то в якому напрямку обертається нижнє колесо?

1. В напрямку А.
2. В обох напрямках.
3. В напрямку В



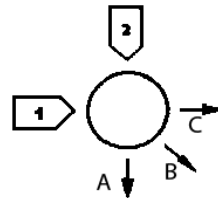
4. В якому напрямку рухатиметься зубчасте колесо, якщо ручку зліва рухати вниз і вгору в напрямку пунктирних стрілок?

1. Вперед-назад по стрілках А-В.
2. В напрямку стрілки А.
3. В напрямку стрілки В.



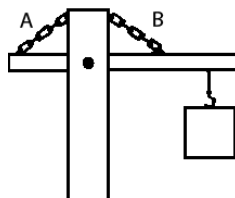
5. Якщо на круглий диск, вказаний на малюнку, діють одночасно дві однакові сили 1 та 2, то в якому напрямку рухатиметься диск?

1. В напрямку стрілки А.
2. В напрямку стрілки В.
3. В напрямку стрілки С.



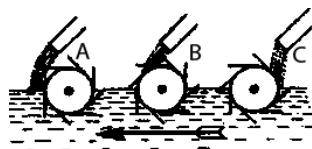
6. Чи потрібні обидва ланцюга, зображені на малюнку, для підтримки вантажу, або достатньо тільки одного? Якого?

1. Досить ланцюга А.
2. Досить ланцюга В.
3. Потрібні обидва ланцюга.



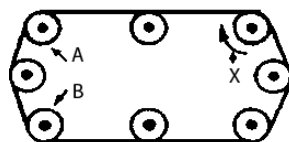
7. У річці, де вода тече в напрямку стрілки, встановлені три турбіни. З труб над ними падає вода. Яка з турбін буде обертатися швидше?

1. Турбіна А.
2. Турбіна В.
3. Турбіна С.



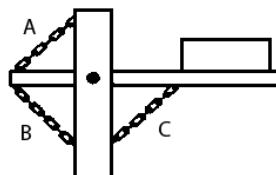
8. Яке з коліс, А або В, буде обертатися в тому ж напрямку, що й колесо Х?

1. Колесо А.
2. Колесо В.
3. Обидва колеса.



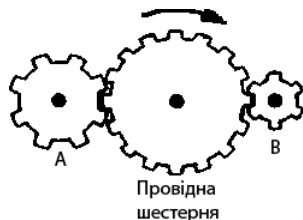
9. Який ланцюг потрібен для підтримки вантажу?

1. Ланцюг А.
2. Ланцюг В.
3. Ланцюг С.



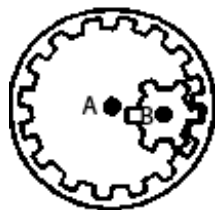
10. Яка з шестерень обертатється в тому ж напрямку, що і ведуча шестерня? А може, в цьому напрямку не обертатється жодна з шестерень?

1. Шестерня А.
2. Шестерня В.
3. Не обертатється жодна.



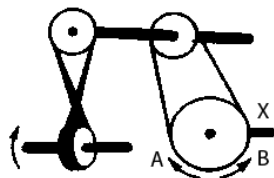
11. Яка з осей, А або В, обертається швидше або обидві осі обертаються з однаковою швидкістю?

1. Вісь А обертається швидше.
2. Вісь В обертається швидше.
3. Обидві осі обертаються з однаковою швидкістю.



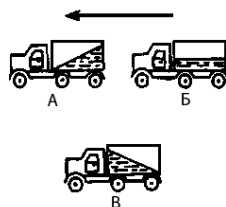
12. Якщо нижнє колесо обертається в напрямку стрілки, то в якому напрямку буде обертатися вісь Х?

1. В напрямку стрілки А.
2. В напрямку стрілки В.
3. У тому й іншому напрямках.



13. Яка з машин з рідиною в бочці гальмує?

1. Машина А.
2. Машина Б.
3. Машина В.



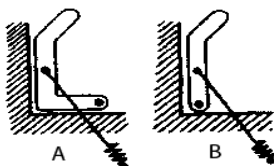
14. В якому напрямку буде обертатися вертушка, пристосована для поливу, якщо в неї пустити воду під тиском?

1. В обидві сторони.
2. В напрямку стрілки А.
3. В напрямку стрілки В.



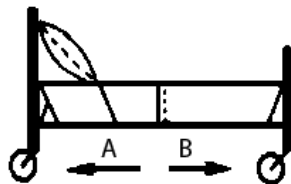
15. Яка з рукояток триматиметься під напругою пружини?

1. Не триматимуться обидві.
2. Буде триматися рукоятка А.
3. Буде триматися рукоятка В.



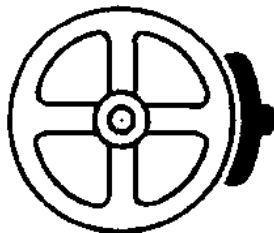
16. В якому напрямку ліжко пересували в останній раз?

1. В напрямку стрілки А.
2. В напрямку стрілки В.
3. Не знаю.



17. Колесо і гальмівна колодка виготовлені з одного і того ж матеріалу. Що швидше зноситься: колесо чи колодка?

1. Колесо зноситься швидше.
2. Колодка зноситься швидше.
3. І колесо, і колодка зносяться однаково.



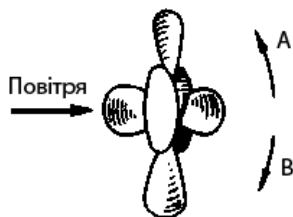
18. Чи однаковою щільністю рідинами заповнені ємності чи одна з рідин більш щільна, ніж інша (кулі однакові)?

1. Обидві рідини однакові по щільності.
2. Рідина А щільніше.
3. Рідина В щільніше.



19. В якому напрямку буде обертатися вентилятор під натиском повітря?

1. В напрямку стрілки А.
2. В напрямку стрілки В.
3. У тому й іншому напрямках.



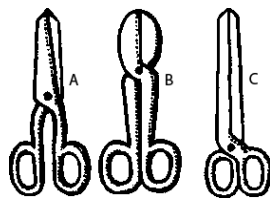
20. В якому становищі зупиниться диск після вільного руху по вказаній лінії?

1. В як завгодно.
2. У положенні А.
3. У положенні В.



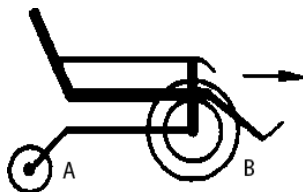
21. Якими ножицями легше різати лист заліза?

1. Ножицями А.
2. Ножицями В.
3. Ножицями С.



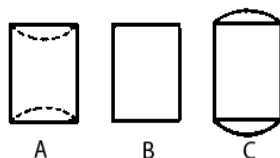
22. Яке колесо крісла-коляски обертається швидше при русі коляски?

1. Колесо А обертається швидше.
2. Обидва колеса обертаються з однаковою швидкістю.
3. Колесо В обертається швидше.



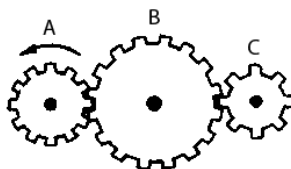
23. Як змінюватиметься форма запаяної тонкостінної бляшаної банки, якщо її нагрівати?

1. Як показано на малюнку А.
2. Як показано на малюнку В.
3. Як показано на малюнку С.



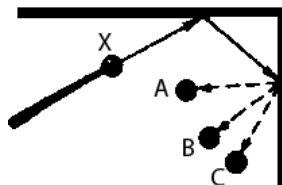
24. Яка з шестерень обертається швидше?

1. Шестерня А.
2. Шестерня В.
3. Шестерня С.

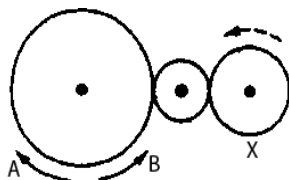


25. З якою кулькою зіткнеться кулька Х, якщо його вдарити про перепону в напрямку, вказаному суцільною стрілкою?

1. З кулькою А.
2. З кулькою В.
3. З кулькою С.

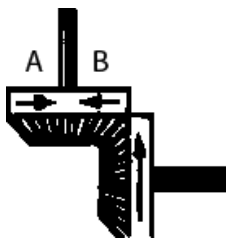


26. Припустимо, що намальовані колеса виготовлені з гуми. В якому напрямку потрібно обертати провідне колесо (ліве), щоб колесо X оберталось в напрямку, вказаному пунктирною стрілкою?



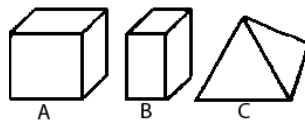
1. В напрямку стрілки А.
2. В напрямку стрілки В.
3. Напрямок не має значення.

27. Якщо перша шестерня обертається в напрямку стрілки, то в якому напрямку обертається верхня шестерня?



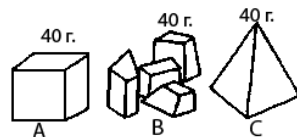
1. В напрямку стрілки А.
2. В напрямку стрілки В.
3. Не знаю.

28. Вага фігур А, В і С однакові. Яку з них важче перекинути?



1. Фігуру А.
2. Фігуру В.
3. Фігуру С.

29. Якими шматочками льоду можна швидше охолодити стакан води?



1. Шматком на картинці А.
2. Шматочками на картинці В.
3. Шматком на картинці С.

30. На якій картинці правильно зображено падіння бомби з літака?

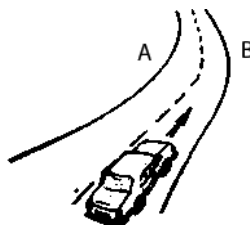


1. На картинці А.
2. На картинці В.
3. На картинці С.

Тест Беннета. Оцінка рівня розвитку технічного мислення Частина 2

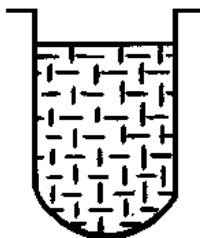
31. У яку сторону занесе цю машину, що рухається по стрічці, на повороті?

1. В будь-яку сторону.
2. В сторону А.
3. В сторону В.



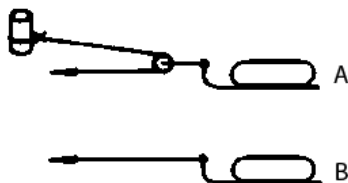
32. У ємності знаходиться лід. Як зміниться рівень води в порівнянні з рівнем льоду після його танення?

1. Рівень підвищиться.
2. Рівень понизиться.
3. Рівень не зміниться.



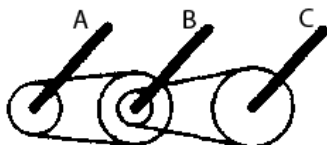
33. Який з каменів, А або В, легше рухати?

1. Камінь А.
2. Зусилля мають бути однаковими.
3. Камінь В.



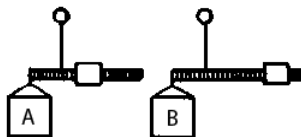
34. Яка з осей обертається повільніше?

1. Вісь А.
2. Вісь В.
3. Вісь С.



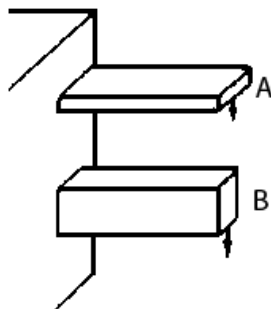
35. Чи однакова вага обох ящиків чи один з них легший?

1. Ящик А легший.
2. Ящик В легший.
3. Ящики однакової ваги.



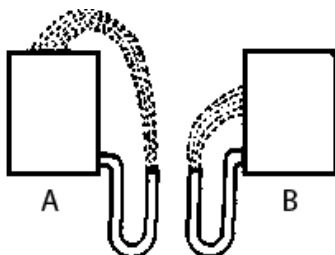
36. Бруски А і В мають однаковий переріз і виготовлені з одного і того ж матеріалу. Який із брусків може витримати більшу вагу?

1. Обидва витримують однакове навантаження.
2. Брусок А.
3. Брусок В.



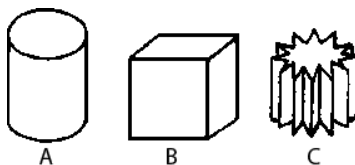
37. На яку висоту підніметься вода з шланга, якщо її випустити з резервуарів А і В, заповнених доверху.

1. Як показано на малюнку А.
2. Як показано на малюнку В.
3. До висоти резервуарів.



38. Який з цих суцільнометалевих предметів охолоне швидше, якщо їх винести гарячими на повітря?

1. Предмет А.
2. Предмет В.
3. Предмет С.



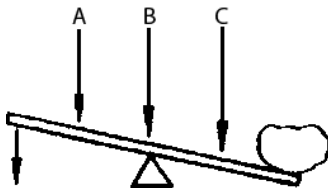
39. У якому положенні зупиниться дерев'яний диск із вставленим у нього металевим кружком, якщо диск катнути?

1. У положенні А.
2. У положенні В.
3. У будь-якому положенні.



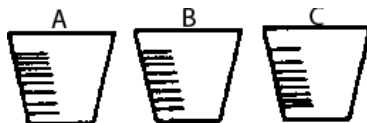
40. У якому місці переломиться палиця, якщо різко натиснути на її кінець зліва?

1. У місці А.
2. У місці В,
3. У місці С.



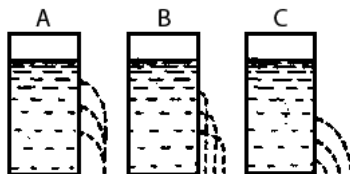
41. На якій ємності правильно нанесені риски, що позначають рівні об'єми?

1. На ємності А.
2. На ємності В.
3. На ємності С.



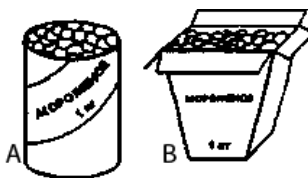
42. На якому з малюнків правильно зображена вода, що виливається з отворів посудини?

1. На малюнку А.
2. На малюнку В.
3. На малюнку С.



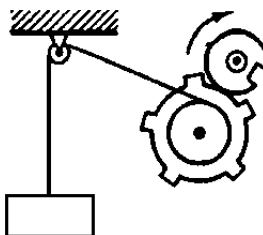
43. У якому пакеті морозиво розтане швидше?

1. В пакеті А.
2. В пакеті В.
3. Однаково.



44. Як рухатиметься підвішений вантаж, якщо верхнє колесо обертається в напрямку стрілки?

1. Переривчасто вниз.
2. Переривчасто вгору.
3. Безперервно вгору.



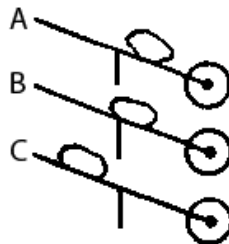
45. Яке з коліс, виготовлених з однакового матеріалу, буде обертатися довше, якщо їх розкрутити до однакової швидкості?

1. Колесо А.
2. Колесо В.
3. Колесо С.



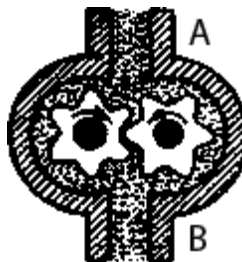
46. Яким способом легко взяти камінь по гладкій дорозі?

1. Способом А.
2. Способом В.
3. Способом С.



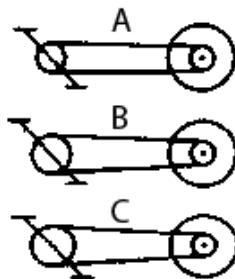
47. В якому напрямку рухатиметься вода в системі шестерного насоса, якщо його шестерня обертається в напрямку стрілок?

1. В сторону А.
2. В сторону В.
3. В обидві сторони.



48. При якому вигляді передачі підйому в гору на велосипеді важче?

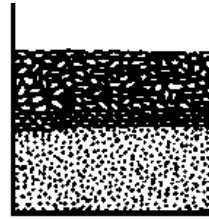
1. При передачі типу А.
2. При передачі типу В.
3. При передачі типу С.



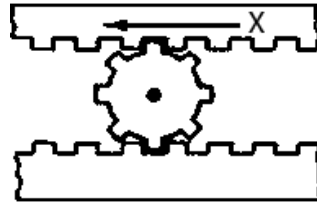
49. На дні ємності знаходиться пісок. Поверх нього галька (камінці).

Як зміниться рівень насипання в ємності, якщо гальку і пісок перемішати?

1. Рівень підвищиться.
2. Рівень понизиться.
3. Рівень залишиться колишнім.

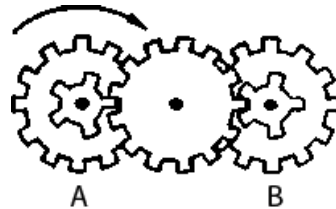


50. Зубчаста рейка X рухається півметра в зазначеному стрілкою напрямку. На яку відстань при цьому переміститься центр шестерні?



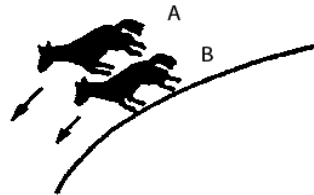
51. Яка з шестерень, А або В, обертається повільніше, або вони обертаються з однаковою швидкістю?

1. Шестерня А обертається повільніше.
2. Обидві шестерні обертаються з однаковою швидкістю.
3. Шестерня В обертається повільніше.



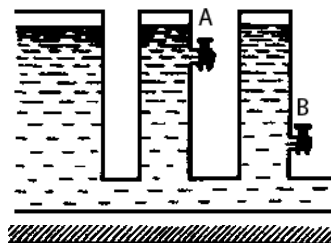
52. Яка з коней повинна бігти на повороті швидше для того, щоб її не обігнала інша?

1. Кінь А.
2. Обидві повинні бігти з однаковою швидкістю.
3. Кінь В.



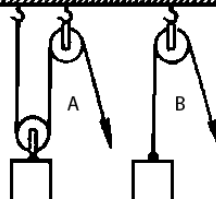
53. З якого крана сильнішою має бити струмінь води, якщо їх відкрити одночасно?

1. З крана А.
2. З крана В.
3. З обох однаково.



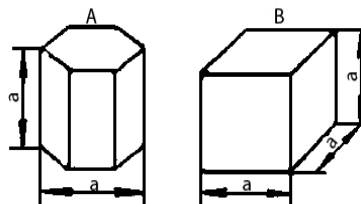
54. У якому випадку легко підняти однаковий за вагою вантаж?

1. У разі А.
2. У разі В.
3. В обох випадках однаково.



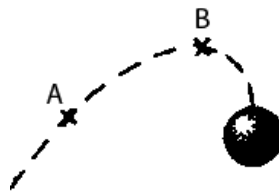
55. Ці тіла зроблені з одного і того ж матеріалу. Яке з них має меншу вагу?

1. Тіло А.
2. Тіло В.
3. Обидва тіла однакові за вагою.



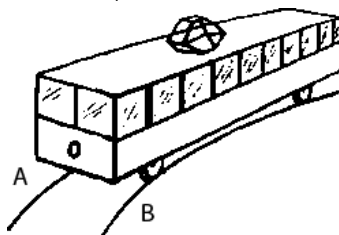
56. В якій точці кулька рухається швидше?

1. В обох точках, А і В, швидкість однакова.
2. У точці А швидкість більше.
3. У точці В швидкість більше.



57. Який з двох рейок повинен бути вище на повороті.

1. Рейка А.
2. Рейка В.
3. Обидві рейки повинні бути однаковими по висоті.



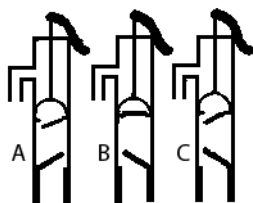
58. Як розподіляється вага між гаками А і В?

1. Сила тяжіння на обох гаках однакова.
2. На гаку А сила тяжіння більше.
3. На гаку В сила тяжіння більше.



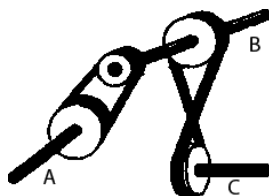
59. Клапани якого насоса знаходяться в правильному положенні?

1. Насоса А.
2. Насоса В.
3. Насоса С.



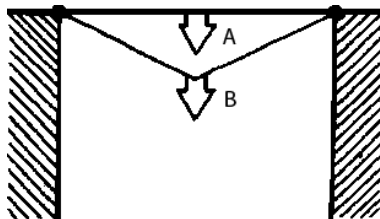
60. Яка з осей обертається повільніше?

1. Вісь А.
2. Вісь В.
3. Вісь С.



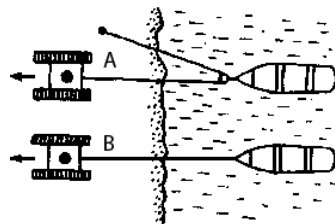
61. Матеріал і перетину тросів А і В однакові. Який з них витримає більше навантаження?

1. Трос А.
2. Трос В.
3. Обидва троса витримують однакове навантаження.



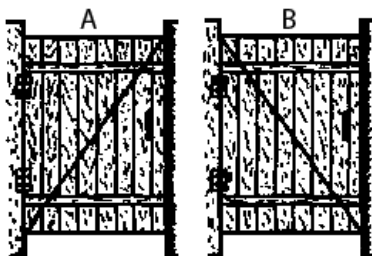
62. Який з тракторів повинен від'їхати далі для того, щоб човни зупинилися біля берега?

1. Трактор А.
2. Трактор В.
3. Обидва трактора повинні від'їхати на однакову відстань.



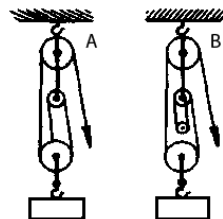
63. У якої з хвірток трос підтримки закріплений краще?

1. У обох хвірток закріплено однаково.
2. Біля хвіртки А закріплений краще.
3. Біля хвіртки В закріплений краще.



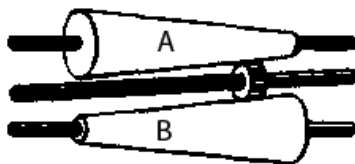
64. Якою талью легше підняти вантаж?

1. Талью А
2. Талью В.
3. Обома таями однаково.



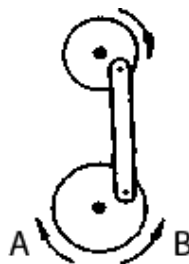
65. На осі Х знаходиться провідне колесо, що обертає конуси. Який з них буде обертатися швидше?

1. Конус А.
2. Обидва конуса обертатимуться однаково.
3. Конус В.



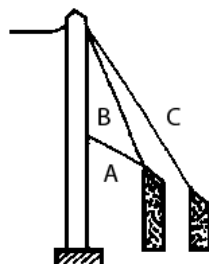
66. Якщо маленьке колесо буде обертатися в напрямку стрілки, то як буде обертатися велике?

1. В напрямку стрілки А
2. В обидві сторони.
3. В напрямку стрілки В.



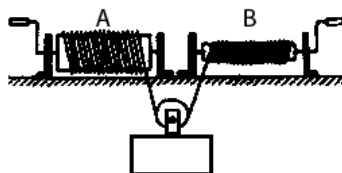
67. Який з тросів утримує стовп надійніше?

1. Трос А.
2. Трос В.
3. Трос С.



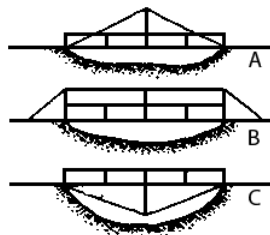
68. Який з лебідок важче піднімати вантаж?

1. Лебідкою А
2. Обома лебідками однаково.
3. Лебідкою В.



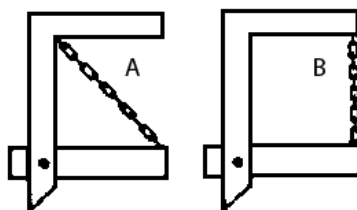
69. Якщо необхідно підтримати сталевим тросом побудований через річку міст, то як доцільніше закріпити трос?

1. Як показано на рис. А.
2. Як показано на рис. В.
3. Як показано на рис. С.



70. Який з ланцюгів менш напружений?

1. Ланцюг А
2. Ланцюг В.
3. Обидві ланцюга напружені однаково.



За кожне правильне рішення досліджуваний отримує по 1 балу. Загальна сума набраних ним балів порівнюється з таблицею А і робиться висновок про те, на якому з п'яти можливих рівнів знаходиться його технічне мислення:

Таблиця А1 – Середні показники рівня розвитку
технічного мислення у юнаків та дівчат

Групи досліджуваних	Рівень розвитку технічного мислення (технічних здібностей)				
	дуже низький	низький	середній	високий	дуже високий
Юнаки	Менше 26	27–32	33–38	39–47	Більше 48
Дівчата	Менше 17	18–22	23–27	28–34	Більше 35

Додаток Б
Робоча програма навчальної дисципліни
«Вступ до спеціальності»

Затверджено
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384
Форма № Н – 3.04

Запорізький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра (циклова комісія) Технології машинобудування



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор (заступник директора)
з навчальної роботи

_____ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вступ до спеціальності

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напрямок підготовки _____ 6.050502 «Інженерна механіка»

(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціальність _____ 7.05050201 «Технології машинобудування»

(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціалізація Технології машинобудування

(шифр і назва напрямку підготовки)

інститут, факультет, відділення: Машинобудівний інститут, Машинобудівний факультет

(шифр і назва напрямку підготовки)

м. Запоріжжя – 2016_

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 1,5	Галузь знань 0505 « <u>Машинобудування і металообробка</u> » (шифр і назва)	Нормативна	
	Напрямок підготовки 6.050502 « <u>Машинобудування</u> » (шифр і назва)		
Модулів – 2	Спеціальність (професійне спрямування): « <u>Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання</u> »	Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 54		1-й	1-й
Тижневих годин для денної форми навчання – <u>1</u> Самостійної роботи студента – <u>2,3</u>	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>бакалавр</u>	Лекції	
		16 год	4 год
		Практичні, семінарські	
		0 год	0 год
		Лабораторні	
		0 год	0 год
		Самостійна робота	
		38 год	50 год
Індивідуальні завдання: 0 год			
Вид контролю: диференційований залік			

Примітка:

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

Для денної форми навчання – 16/38 (= 0,42)

Для заочної форми навчання – 4/50 (=0,02).

ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни «Вступ до спеціальності» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів за напрямом 6.050502 – Інженерна механіка.

Курс «Вступ до спеціальності» є необхідною складовою частиною професійної підготовки майбутніх програмних інженерів, основою вивчення широкого спектру професійно орієнтованих дисциплін і відіграє значну роль в мотивації наступної навчальної діяльності майбутніх бакалаврів машинобудування. Він покликаний ознайомити студентів з основами професійної підготовки інженера-механіка: нормативно-правовою базою, галузями і об'єктами професійної діяльності дипломованого інженера-механіка.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є основи машинобудівного виробництва та основи професійної підготовки інженера-механіка.

Міждисциплінарні зв'язки: Курс змістовно пов'язаний з дисциплінами «Математика», «Фізика» та «Хімія», зокрема ґрунтується на знаннях, отриманих студентами під час вивчення дисциплін «Математичний аналіз» та «Аналітична геометрія». Також курс пов'язаний з курсом інформатики.

Програма навчальної дисципліни складається з таких **змістових модулів:**

1. Методологія інженерного мислення.
2. Основні питання технології машинобудування.

1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. **Метою** викладання навчальної дисципліни є: формування у студентів системи знань з основ машинобудівного виробництва та вироблення позитивного ставлення до професії інженера-машинобудівника, що є фундаментом для подальшого вивчення спеціальних дисциплін та для здійснення фахової діяльності.

1.2. **Основними завданнями** вивчення дисципліни «Вступ до спеціальності» є:

1. Вивчення студентами нормативно-правової бази підготовки майбутніх інженерів-машинобудівників.

2. Ознайомлення студентів з основними галузями і об'єктами професійної діяльності дипломованого інженера-механіка.

3. Формування уявлення про технічне мислення інженера-машинобудівника та його методологічні основи.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

- основні нормативні документи, які є основою професійної підготовки інженерів машинобудування;

- основні галузі та об'єкти професійної діяльності дипломованого інженера-механіка;

- машинобудівні підприємства Запоріжжя і Запорізького регіону та їх специфічні особливості

- методологію формування технічного мислення майбутнього бакалавра машинобудування: поняття метод, модель, явище, закон, та їх взаємозв'язки на прикладі вирішення в історії техніки, науки конкретних технічних проблем.

вміти:

- формулювати завдання професійної діяльності

- розрізняти специфічні особливості методу, моделі, явища, закону та встановлювати взаємозв'язки між ними;

- аналізувати способи виробництва заготовок деталей машин;

- класифікувати різальні інструменти;

- використовувати під час навчання довідкову та навчальну літературу, комп'ютерні бази даних, мережу «Інтернет» та інші джерела інформації.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 54 години 1,5 кредита ЄКТС.

2 ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1

1. Методологія інженерного мислення.

Тема 1. Особливості професії інженера-механіка сучасного машинобудівного виробництва

Нормативно-правова база підготовки дипломованого інженера-механіка. Області професійної діяльності дипломованого інженера-механіка. Об'єкти професійної діяльності інженера-механіка. Види професійної діяльності. Задачі професійної діяльності. Кваліфікаційні вимоги до інженера-технолога виробничої ділянки.

Тема 2. Інженерно-технічна освіта в Україні

Система підготовки інженерних кадрів у вищих технічних навчальних закладах України та світу. Навчальний план підготовки інженерів-машинобудівників. Машинобудівні підприємства Запоріжжя і Запорізького регіону.

Тема 3. Необхідність розвитку технічного мислення інженера-машинобудівника

Короткий нарис розвитку машинобудування. Розвиток науки в області машинобудування. Про творче оволодіння знаннями. Технічне мислення інженера-машинобудівника. Метод, модель, явище, закон, та їх взаємозв'язки на прикладі вирішення в історії техніки, науки конкретних технічних проблем.

Тема 4. Розвиток техніки і технології машинобудування

Шляхи розвитку техніки і технології машинобудування на сучасному етапі. Основні поняття, пов'язані із машинобудуванням. Виробнича структура машинобудівного підприємства.

Змістовий модуль 2

Основні питання технології машинобудування

Тема 5. Способи виробництва заготовок деталей машин

Одержання литих заготовок. Одержання заготовок обробкою тиском. Виробництво заготовок з порошкових матеріалів. Одержання заготовок із прокату.

Тема 6. Обробка різанням і різальні інструменти

Загальні відомості про різання. Інструментальні матеріали. Металорізальний інструмент. Класифікація різальних інструментів. Різці. Фрези. Свердла, зенкери, розвертки. Протяжки. Зуборізний інструмент. Різьбонарізний інструмент. Абразивний інструмент.

Тема 7. Верстати та їх призначення

Поняття «верстат». Класифікації верстатів: а) за характером застосовуваного інструмента; б) за ступенем концентрації операцій. Токарні; свердильно-розточувальні; шліфувальні і доводочні верстати; верстати для електрофізичної і електрохімічної обробки, зубо і різьбооброблювальні; фрезерувальні; стругальні, довбальні і протягувальні; розрізні верстати.

Тема 8. Безпека життєдіяльності й екологія

Шкідливі і небезпечні чинники машинобудівного виробництва. Забезпечення безпеки роботи персоналу на машинобудівному виробництві. Захисні та запобіжні пристрої. Безпека праці в цеху і на ділянці. Електробезпека. Екологічні особливості механоскладального виробництва, його екологічні проблеми і шляхи їхнього розв'язання.

3 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Балашов В. М. Обработка резанием в машиностроении / В. М. Балашов, В. В. Мешков, С. П. Рыков, А. Г. Схиртладзе. – Тверь: ТГТУ, 2004. – 178 с.
2. Голицин А. Н. Основы промышленной экологии / А. Н. Голицин. – М. : Академия, 2004. – 240 с.
3. Евдокимов В. Д. Быть машиностроителем – почетно / В. Д. Евдокимов, С. Н. Полевой. – М. : Машиностроение, 1988. – 158 с.
4. Грачева, К. А. Организация и планирование машиностроительного производства / К. А. Грачева, М. К. Захарова, Л. А. Одинцова. – М. : Высшая школа, 2003. – 470 с.
5. Родин П. Р. Инженер-машиностроитель. Введение в специальность / П. Р. Родин, Б. И. Рушук. – Киев : Вища школа, 1975. – 150 с.
6. Севостьянов І. В. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Вступ до фаху» для студентів напрямів підготовки 6.050502 – Інженерна механіка; 6.050503 – Машинобудування / І. В. Севостьянов / [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://allrefs.net/c12/4b5hz/>
7. Дальский А. М. Технология конструкционных материалов / [А. М. Дальский, В. С. Гаврилюк, Л. Н. Бухаркин, и т. д.] М. : Машиностроение, 1990. – 352 с.

Додаткова:

8. Балашов В. М. Проектирование машиностроительных производств. Механические цеха / В. М. Балашов, В. В. Мешков, А. Г. Схиртладзе. – Тверь : ТГТУ, 2005. – 158 с.
9. Лещенко В. А. Гибкие производственные комплексы / [В. А. Лещенко, В. М. Киселев, Д. А. Куприянов, и т. д.] – М. : Машиностроение, 1984. – 384 с.

10. Иванова В. П. Основные сведения об изготовлении машин. / В. П. Иванова, А. Д. Аникина, Д. Ф. Брюховец. – М. : Машиностроение, 1966. – 342 с.

11. Сахаров Г. Н. Металлорежущие инструменты / Г. Н. Сахаров, О. Б. Арбузов, Ю. Л. Боровой, – М. : Машиностроение, 1989. – 328 с.

4 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

12. В. М. Балашов, В. В. Мешков, А. Г. Схиртладзе Введение в специальность «Технология машиностроения». Учебное пособие. – Тверь, 2007. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://cdokp.tstu.tver.ru/site.services/download.aspx?act=1&did=65402&dbid=marcmain>

13. Виноградов В. М. Технология машиностроения. Введение в специальность. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/223088/>

4 Форма підсумкового контролю успішності навчання:

екзамен

5 Засоби діагностики успішності навчання:

поточний контроль, виконання індивідуального завдання, підготовка презентацій.

Додаток В
Робоча програма навчальної дисципліни
«Історія інженерної думки»

Затверджено
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384
Форма № П – 3.04

Запорізький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра (циклова комісія) Технології машинобудування

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор (заступник директора)
з навчальної роботи _____
_____ року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Історія інженерної думки
(шифр і назва навчальної дисципліни)

напрямок підготовки _____ 6.050502 «Інженерна механіка»
(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціальність _____ 7.05050201 « Технології машинобудування»
(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціалізація _____
(шифр і назва напрямку підготовки)

інститут, факультет, відділення: Машинобудівний інститут, Машинобудівний факультет
(шифр і назва напрямку підготовки)

м. Запоріжжя – 2016

Робоча програма з дисципліни «Історія інженерної думки» для студентів за напрямом підготовки 6.050502 «Інженерна механіка», спеціальністю 7.05050201 «Технології машинобудування» « » 2016 року – 10 с.

Старший викладач кафедри «Технології машинобудування» Ольга Леонідівна Терьохіна

Розробники: (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри (предметної комісії) _____
Технології машинобудування

Протокол від « ___ » _____ 20__ року № _____

Завідувач кафедри технології машинобудування

В.В. (підпис) (Локчап Н.В.) (прізвище та ініціали)

« ___ » _____ 20__ року

Схвалено методичною комісією вищого навчального закладу за напрямом підготовки
(спеціальністю) _____ 6.050502 «Інженерна механіка» _____
(шифр і назва напрямку підготовки)

Протокол від « 24 » 02 2016 року, № 2

« 25 » 02 2016 року Голова В.В. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

_____, 20__ року

_____, 20__ року

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 1,5	Галузь знань 0505 « <u>Машинобудування і металообробка</u> » (шифр і назва)	Нормативна	
	Напрямок підготовки 6.050502 « <u>Машинобудування</u> » (шифр і назва)		
Модулів – 2	Спеціальність (професійне спрямування): « <u>Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання</u> »	Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 54		1-й	1-й
Тижневих годин для денної форми навчання – 1 Самостійної роботи студента – 2,3	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>бакалавр</u>	Лекції	
		16 год	4 год
		Практичні, семінарські	
		0 год	0 год
		Лабораторні	
		0 год	0 год
		Самостійна робота	
		38 год	50 год
Індивідуальні завдання: 0 год			
Вид контролю: диференційований залік			

Примітка:

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

Для денної форми навчання – 16/38 (= 0,42)

Для заочної форми навчання – 4/50 (=0,02).

ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни «Історія інженерної думки» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів за напрямом 6.050502 – Інженерна механіка.

Курс «Історія інженерної думки» є необхідною складовою частиною професійної підготовки майбутніх програмних інженерів, основою вивчення широкого спектру професійно орієнтованих дисциплін і відіграє значну роль в мотивації наступної навчальної діяльності майбутніх бакалаврів машинобудування. Він покликаний ознайомити студентів з історичними процесами, що привели до виникнення та розвитку машинобудування, періодизацією розвитку інженерної думки та з діяльністю видатних інженерів-винахідників.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є історичні відомості про розвиток та перспективи машинобудування та життєдіяльність видатних інженерів-винахідників крізь призму їхньої науково-технічної діяльності.

Міждисциплінарні зв'язки: Курс змістовно пов'язаний з дисциплінами «Історія України», «Вступ до спеціальності», «Вища математика», «Фізика» та «Хімія», зокрема ґрунтується на знаннях, отриманих студентами під час вивчення цих дисциплін.

Програма навчальної дисципліни складається з таких **змістових модулів:**

1. Історичні передумови виникнення машинобудування.
2. Основні напрямки машинобудівного виробництва: історичний розвиток і сучасний стан.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. **Метою** викладання навчальної дисципліни «Історія інженерної думки» є: формування у студентів системи історичних знань з розвитку машинобудування, базових знань в галузі техніки і технологій; підготовка майбутніх бакалаврів машинобудування до вирішення професійних завдань, пов'язаних з виробництвом техніки, формування у студентів сучасного наукового світогляду, розвиток технічного мислення, ознайомлення з методологією наукових досліджень.

1.2. **Основними завданнями** вивчення дисципліни «Історія інженерної думки» є:

- Вивчення студентами історичних відомостей з розвитку продуктивних сил суспільства, виникнення та розвитку машинобудування, закономірностей розвитку техніки і технологій всіх народів.

- Ознайомлення студентів з основними інженерними відкриттями і досягненнями, оволодіння методами узагальнення, аналізу історико-технічних фактів.

- Формування уявлення про науково-технічну діяльність видатних вітчизняних та зарубіжних інженерів-механіків.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

- періодизацію розвитку інженерної думки та машинобудування;

- основні особливості розвитку техніки в окремі історичні періоди, в окремих регіонах і країнах;;

- про методологію наукових досліджень у галузі машинобудування;

вміти:

- застосовувати набуті знання для аналізу текстів і речовинних джерел;

- здійснювати пошук, систематизацію, аналіз та узагальнення історико-технічних фактів;

- практично застосовувати набуті історичні знання у навчальній та науково-технічній діяльності;
- використовувати під час навчання довідкову та навчальну літературу, комп'ютерні бази даних, мережу «Інтернет» та інші джерела інформації.

Дисципліна «Історія інженерної думки» є попередньою для отримання знань та умінь з таких дисциплін: «Технологія конструкційних матеріалів», «Процеси формоутворення та інструмент», «Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні».

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 54 години 1,5 кредита ЄКТС.

2 ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1 Історичні передумови виникнення машинобудування

Тема 1. Вступ

Основне призначення техніки. Досвід поколінь для створення високоякісної техніки з використ-ження прогресивних технологій. Основні закономірності розвитку техніки.

Тема 2. Виникнення мануфактурного виробництва і передумови для створення машинної техніки

Створення мануфактур та їх історична роль. Внесок Леонардо да Вінчі у розвиток техніки. Нові машини і механізми. Прядильні машини і ткацькі верстати. Винаходи А. К. Нартова, Я. Т. Батищева, Е. Р. Кузнецова. І. П. Кулібіна і Л. Ф. Собакіна.

Тема 3. Розвиток техніки як результат еволюції людського суспільства

Основні поняття та визначення: техніка, технологія, техносфера, машина, механізм. Стародавній світ і антична наука і техніка. Перехід від кам'яних знарядь до металевих. Найважливіші винаходи античного періоду. Внесок Архімеда в розвиток техніки. Філософські пошуки наукового пояснення світу. Техніка та наука середньовіччя та епохи Відродження. Наукова революція XVII століття, етапи промислової революції XVIII – XIX ст. Виникнення та еволюція технічних наук. Науково-технічна революція XX століття. Основні наслідки НТР. Перспективи розвитку техніки в XXI столітті. Технічна освіта як результат розвитку техніки. Різновиди технічних спеціальностей та особливості навчання.

Тема 4. Середньовічні технології

Розвиток природничих наук і початок створення нової техніки епохи середньовіччя. Металургія і ковальство. Створення водяних млинів і застосування водяних коліс у гірничій справі,

металургії та інших галузях. Техніка прядіння і ткацтво. Освоєння виробництва паперу і книгодрукування. Винахід механічних годинників. Створення порохового виробництва. Створення вогнепальних зброяць.

Змістовий модуль 2

Основні напрямки машинобудівного виробництва: історичний розвиток і сучасний стан

Тема 5. Машини на базі парового двигуна

Революція в техніці. Британія – «майстерня світу». Винахід і поширення робочих машин. Винахід і впровадження універсальної парової машини, що дозволило створити потужну енергетичну базу виробництва. Історія та еволюція поршневих парових машин, парових турбін, двигунів внутрішнього і зовнішнього згоряння.

Тема 6. Нестандартні інженерні рішення у галузі оброблення металів тиском

Техніка виробництва машин. Створення різцетримача і супорта. Створення і розвиток верстатів для машинобудування. Перехід від центрального парового привода до індивідуального електричного. Машинобудівне виробництво. Основні технології і засоби виробництва техніки. Особливості та тенденції розвитку сучасного машинобудування. Роботизовані технологічні комплекси (РТК), гнучкі виробничі системи. Пластична деформація металу, що може відбуватись ковзанням і двойникуванням. Металографічне вивчення механізму деформації. Вибір холодної і гарячої обробки металів тиском. Поперечна і беззлиткова прокатка металу. Вихідний продукт прокатного виробництва.

Тема 7. Транспорт

Залізничний транспорт. Історія виникнення рейкових залізниць. Виникнення і розвиток рухомого складу і паровозів (Тревітік, Стефенсон, Черепанови). Виникнення залізниць в Російській імперії. Перспективи розвитку залізниць. Історія появи трамвая, метро та монорейкових доріг. Створення

велосипеда та мотоцикла. Автомобілі. Парові диліжанси. Створення перших автомобілів та історія їх вдосконалення. Автомобілебудування в Російській імперії. Шляхи вдосконалення конструкції автомобіля. Створення екологічно чистого автомобіля. Суднобудування у Стародавньому світі. Поява і розвиток перших суден з паровим двигуном (Папен, Уатт, Жофруа, Фултон). Поява гребного гвинта. Судна з паро- і газотурбинами. Дизельні та атомні установки суден. Судна на підводних крилах і повітряній подушці. Перспективи розвитку суднобудування.

Тема 8. Електроніка

Досліди Герца. Створення перших радиоапаратів. Роботи Попова і Марконі. Створення радіоелектроніки, телебачення та радіолокації. Перспективи розвитку комунікаційних засобів. Історія створення обчислювальних машин. Застосування мікропроцесорної техніки і комп'ютерів для управління технологічними процесами в машинобудуванні.

3 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Волчок І. П. Сучасні виробничі технології у машинобудуванні та металургії: навч. посіб. / І. П. Волчок, В. М. Плескач, І. А. Шестаков. – Запоріжжя : ЗНТУ, Дике поле, 2006. – 360 с.

2. История техники и технологий: учебник / Г. Н. Зайцев, В. К. Федякин и др. : под ред. проф. В. К. Федякина. – СПб. : – Политехника, 2007. – 416 с.

3. Голицин А. Н. Основы промышленной экологии / А. Н. Голицин. – М. : Академия, 2004. 240 с.

4. Евдокимов В. Д. Быть машиностроителем – почетно / В. Д. Евдокимов, С. Н. Полевой. – М. : Машиностроение, 1988. – 158 с.

5. Грачева, К. А. Организация и планирование машиностроительного производства / К. А. Грачева, М. К. Захарова, Л. А. Одинцова. – М. : Высшая школа, 2003. – 470 с.

6. Кривов'язюк І. Методологічні засади дослідження розвитку машинобудівного комплексу України/ І. Кривов'язюк, Л. Кривов'язюк // Економіст. – 2012. – №7. – С. 68–72.

7. Дальский А. М. Технология конструкционных материалов / [А. М. Дальский, В. С. Гаврилюк, Л. Н. Бухаркин, и др.] – М. : Машиностроение, 1990. – 352 с.

Додаткова:

8. Балашов В. М. Проектирование машиностроительных производств. Механические цеха / В. М. Балашов, В. В. Мешков, А. Г. Схиртладзе. – Тверь : ТГТУ, 2005. – 158 с.

9. Лещенко В. А. Гибкие производственные комплексы / [В. А. Лещенко, В. М. Киселев, Д. А. Куприянов, и др.] – М. : Машиностроение, 1984. – 384 с.

10. Иванова В. П. Основные сведения об изготовлении машин. / В. П. Иванова, А. Д. Аникина, Д. Ф. Брюховец. – М. : Машиностроение, 1966. – 342 с.

11. Сахаров Г. Н. Металлорежущие инструменты / Г. Н. Сахаров, О. Б. Арбузов, Ю. Л. Боровой, и др.] – М. : Машиностроение, 1989. – 328 с.

4 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

12. В. М. Балашов, В. В. Мешков, А. Г. Схиртладзе Введение в специальность «Технология машиностроения». Учебное пособие. – Тверь, 2007. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://cdokp.tstu.tver.ru/site.services/download.aspx?act=1&did=65402&dbid=marcmain>

13. Виноградов В. М. Технология машиностроения. Введение в специальность. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/223088/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання:
диференційований залік.

5. Засоби діагностики успішності навчання:
поточний контроль, виконання індивідуального завдання, підготовка презентацій.

Додаток Д

Вивчення сформованості компонентів технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування

Завдання має п'ять частин, спрямованих на вимірювання рівня сформованості компонентів технічного мислення майбутніх інженерів машинобудування. На виконання кожної частини відводиться 15 хв.

Понятійний компонент

«Альбом» і «фото» пов'язані так само, як «газета» і ...?

- 1) папір;
- 2) новина;
- 3) стаття;
- 4) заголовок;
- 5) оголошення (1 б).

«Вестибюль» і «сіни» пов'язане так само, як «будинок» і ...?

- 1) ліфт;
- 2) двір;
- 3) дах;
- 4) намет;
- 5) стіна. (1 б)

Як можна здійснити передачу руху на вали, що схрещуються? (2 б)

Виділіть особливості передачі руху від меншого зубчастого колеса до більшого (3 б).

Які типи передач обертання Ви знаєте? Зобразіть їх за допомогою умовних позначень (2 б).

Порівняйте переваги і недоліки дизельних і карбюраторних двигунів за основними параметрами, що характеризують роботу двигуна (3 б):

- а) за потужністю;
- б) за економічністю;
- в) за екологічністю.

Порівняйте екологічність видів палива, вживаних у дизельних і карбюраторних двигунах (3 б).

Дайте визначення поняттю «термодинамічна система» (1 б).

Дайте визначення поняттю «Ідеальний газ» (1 б).

Образний компонент

1. Під номерами 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 наведено фігури, розбиті на частини. Вам слід подумки з'єднати ці частинки і визначити, яка з фігур (під номерами 1, 2, 3, 4, чи 5) вийде. (2 б)



2. Перший ряд містить 5 різних кубиків, позначених цифрами 1, 2, 3, 4, 5, – це варіанти відповідей. Кожен кубик має 6 особливостей. Три з них Ви можете бачити. У кожному із завдань під номерами 28, 29 і 30 зображений кубик у різних положеннях. (2 б)

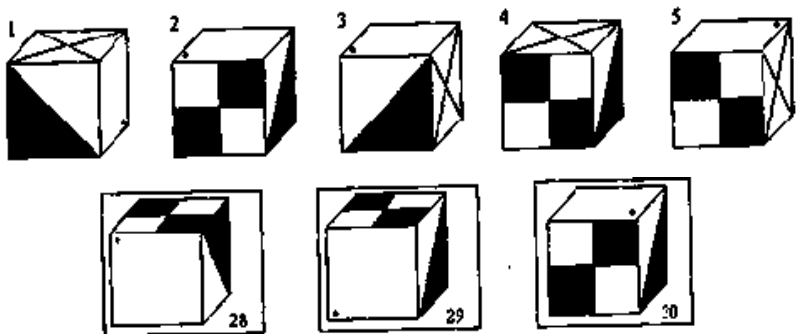
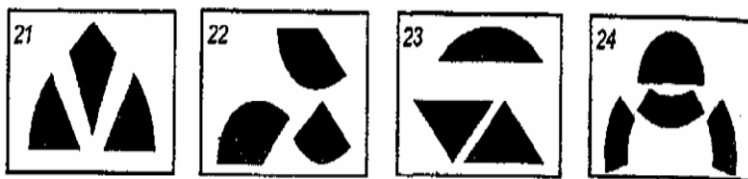
Три особливості Ви можете бачити в різних положеннях. Вам треба визначити, який з кубиків верхнього ряду показаний. Кубик може бути повернутий або перевернутий. При цьому може з'явитися і нова ознака. Звертаємо увагу на те, що жоден з кубиків 1, 2, 3, 4, 5, не повторюються. Вони можуть мати однакові особливості, але в різних положеннях. Подумки повертаючи куби 28, 29, 30, визначте, з яким з кубиків верхнього ряду співпадає кожен з них.

3. Дана кінематична схема механізму. Уявіть і зобразіть траєкторію руху ланок механізмів, якщо кутова швидкість провідної ланки задана. (1 б)

4. Провідний вал обертається в напрямку, вказаному стрілкою. Необхідно сконструювати таку передачу, щоб змусити вихідний вал рухатися в напрямках, вказаних стрілками (2 б).

5. У планці вирізані три отвори – квадрат, трикутник і круг. Сконструйте для цих отворів єдину пробку, що щільно закриває кожен з отворів і вільно, але без зазору, проходить через них (3 б).

6. Здійсніть передачу руху від кривошипа В до повзуна А. Одночасно з передачею руху необхідно перетворити обертальний рух кривошипа в поступальну ходу повзуна (2 б).



7. Провідний вал 1 обертається в напрямку, вказаному стрілкою. Вали 2 і 3 знаходяться на різних осях. Необхідно сконструювати таку передачу, щоб можна було змусити вал 2 обертатися в заданому напрямі і з іншою кутовою швидкістю, а вал 3 рухатися поступально (3 б).

Практичний компонент

1. Дана реальна модель механізму. Визначити клас кінематичних пар, що входять до складу механізму (2 б).

2. Колесо і колодка виготовлені з одного і того ж матеріалу. Що швидше зноситься: колесо або колодка? Відповідь поясніть (3 б).

3. Призначення кривошипно-шатунового механізму. Зобразіть його схему(2 б).

4. Що відбувається, якщо рух передається від меншого зубчастого колеса до більшого? Яке практичне значення має такого роду передача в техніці? (2 б)

5. Розкажіть, як відбувається установка поршневого пальця в поршень. Поясніть причини цього способу установки (3 б).

6. Дана реальна модель кривошипно-шатунного механізму. Зобразіть його кінематичну схему (3 б).

Мова техніки

1. Дана схема механізму. Визначте, що зображено на схемі і поясніть принцип дії цього механізму (3 б).

2. Які Ви знаєте методи кінематичного дослідження механізмів? (1 б).

3. Які Ви знаєте передачі руху? Зобразіть їх за допомогою умовних позначень (2 б).

4. Які типи насосів Ви знаєте? Зобразіть їх схему (2 б).

5. Задано механізм і його схему. Як можна швидко, з тих же елементів, створити новий механізм, що має інше передатне число? (4 б).

6. Вал 1 обертається в напрямку, вказаному стрілкою. Необхідно сконструювати таку передачу, щоб можна було змусити вал 2 обертатися в одному з напрямків (3 б).

Оперативно-алгоритмічний компонент

1. Наведіть приклад алгоритмічного припису (2 б).

2. Складіть алгоритмічний припис (3 б).

3. За допомогою комп'ютерної програми «Компас» складіть алгоритм побудови моделі шатуна (5 б).

4. Ви їдете в автомобілі. На панелі приладів включилася сигнальна лампа контролю мінімального тиску масла в системі змазування. Виявіть можливі причини пониження тиску в системі змазування (5 б).

Визначення меж рівнів сформованості компонентів технічного мислення студентів та інтегрального показника сформованості технічного мислення студентів.

Для визначення відповідних показників рівнів сформованості компонентів технічного мислення студентів була

використана методика Л. Мітіної і О. Асмаковець «Визначення коефіцієнтів розподілу за рівнями» [117]. Згідно з нею обчислювалися мінімально і максимально можливі суми балів за кожним із компонентів окремо. У нашому випадку для кожного із компонентів технічного мислення мінімальна сума балів становила 0 балів, максимальна – 15 балів.

З врахуванням коефіцієнтів розподілу за рівнями обчислювалися показники для розподілу отриманих сум за чотирма рівнями сформованості компонентів технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування. Чотирирівнева діагностика передбачає встановлення коефіцієнта 0,25 для верхньої межі початкового рівня, коефіцієнт 0,45 – для верхньої межі низького рівня і коефіцієнт 0,75 – для верхньої межі середнього рівня.

Верхня межа початкового рівня визначалася за формулою

$$P_v = (\sum \min + \sum \max) \times 0,25 \quad (3.1)$$

де P_v – кількісний показник верхньої межі низького рівня (вона ж визначає нижню межу середнього рівня);

$\sum \min$ – мінімально можлива сума балів для кожного компонента технічного мислення;

$\sum \max$ – максимально можлива сума балів для кожного компонента технічного мислення.

Аналогічно визначалася верхня межа низького та середнього рівнів:

а) для низького рівня:

$$N_v = (\sum \min + \sum \max) \times 0,45 \quad (3.2)$$

де N_v – кількісний показник верхньої межі низького рівня;

$\sum \min$ – мінімально можлива сума балів для кожного компонента технічного мислення;

$\sum \max$ – максимально можлива сума балів для кожного компонента технічного мислення.

б) для середнього рівня:

$$S_v = (\sum \min C + \sum \max C) \times 0,75 \quad (3.3)$$

де S_v – кількісний показник верхньої межі середнього рівня (він же кількісний показник нижньої межі високого рівня);

Результати розрахунків подані у табл. Б.1.

За такою ж схемою визначався інтегральний показник меж рівнів сформованості технічного мислення. Зокрема, мінімальна сума балів становила 0 балів, максимальна сума балів – 75 балів.

Таблиця Б.1. – Кількісні показники рівнів сформованості компонентів технічного мислення (бали)

Мінімальна сума балів	Максимальна сума балів	Рівні			
		Початковий	Низький	Середній	Високий
0	15	Менше 4	4–7	8–11	12–15

Результати розрахунків наведено в таблиці Б.2.

Таблиця Б.2. – Кількісні показники рівнів сформованості технічного мислення (бали)

Мінімальна сума балів	Максимальна сума балів	Рівні			
		Початковий	Низький	Середній	Високий
0	75	Менше 19	19–33	34–56	57–75

Додаток Ж
Методика «Мотивація навчання у вищому
навчальному закладі»

(Т. І. Ільїна)

При створенні цієї методики автор використовував низку інших методик. В ній наявні три шкали: «здобування знань», «оволодіння професією», «отримання диплома». В опитувальник автор методики ввела низку фонових тверджень, які в подальшому не опрацьовуються.

Інструкція

Позначте Вашу згоду знаком «+» або незгоду знаком «-» з нижче наведеними твердженнями.

Текст опитувальника

1. Найкраща атмосфера на заняттях – це атмосфера вільних висловлювань.
2. Зазвичай я працюю з великим напруженням.
3. У мене рідко болить голова через пережиті хвилювання і неприємності.
4. Я самостійно вивчаю ряд предметів, які, на мою думку, необхідні для моєї майбутньої професії.
5. Яку з притаманних Вам рис Ви цінуєте найбільше? Напишіть відповідь поруч.
6. Я вважаю, що життя потрібно присвятити обраній професії.
7. Я відчуваю задоволення від розв'язуванню на заняттях складних завдань.
8. Я не бачу сенсу в більшості робіт, які ми виконуємо у вузі.
9. Велике задоволення мені приносить розповідь моїм знайомим про мою майбутню професію.
10. Я середній студент, ніколи не буду хорошим, і тому не бачу сенсу докладати зусиль, щоб стати кращим.

11. Я вважаю, що в наш час не обов'язково мати вищу освіту.
 12. Я впевнений у правильності вибору своєї професії.
 13. Яких притаманних Вам якостей Ви б хотіли позбутися?
- Відповідь напишіть поруч.
14. За можливості я використовую на іспиті шпаргалки, конспекти й та ін..
 15. Найкраща пора в житті – це студентські роки.
 16. У мене дуже неспокійний сон.
 17. Я вважаю, що для повного оволодіння професією, всі дисципліни потрібно вивчати однаково добре.
 18. За можливості я би вступив до іншого вишу.
 19. Зазвичай, я спочатку беруся за легкі завдання, а складні залишаю на кінець.
 18. При виборі професії для мене було важко зупинитися на одній з них.
 19. Я можу спокійно спати після будь-яких неприємностей.
 22. Я впевнений, що моя професія принесе мені моральне задоволення і матеріальний добробут у житті.
 23. Я вважаю, що мої друзі здатні вчитися краще, ніж я.
 24. Для мене дуже важливо мати диплом з вищою освітою.
 25. З деяких практичних міркувань цей вуз найбільш зручний для мене.
 26. У мене досить сили волі, щоб учитися без нагадувань з боку адміністрації.
 27. Життя для мене майже завжди пов'язане з величезною напругою.
 28. Іспити потрібно здавати, витрачаючи при цьому мінімум зусиль.
 29. Є багато вишів, у яких би я міг вчитися з таким же інтересом.
 30. Яка з притаманних Вам якостей найбільше заважає вчитися? Відповідь напишіть поруч.
 31. Я людина, яка дуже всім захоплюється, і всі мої захоплення пов'язані з моєю майбутньою роботою.
 32. Хвилювання через іспит чи роботу, яка не виконана вчасно, часто заважають мені спати.
 33. Висока заробітна плата після завершення вузу для мене не головне.
-

34. Мені треба бути в дуже хорошому настрою, аби підтримати спільне рішення групи.

35. Я повинен був вступити до вишу, щоб набути відповідного соціального статусу, і не йти в армію.

36. Я вивчаю матеріал для того, щоб стати професіоналом, а не для іспиту.

37. Мої батьки хороші фахівці, і я хочу бути схожим на них.

38. Для просування по службі мені необхідно мати вищу освіту.

39. Яка з Ваших якостей допомагає Вам учитися? Відповідь напишіть поруч.

40. Мені дуже важко змусити себе вивчати ті дисципліни, які прямо не пов'язані з моєю спеціальністю.

41. Мене сильно турбують можливі невдачі.

42. Найкраще я вчуся після відповідного стимулювання, коли мене підхльостують.

43. Мій вибір даного вузу – остаточний.

44. Мої друзі мають вищу освіту, і я не хочу від них відставати.

45. Аби в чомусь переконати групу, мені доводиться самому дуже наполегливо працювати.

46. У мене, переважно, хороший настрій.

47. Мене приваблює легкість, зручність майбутньої професії.

48. Перед вступом до вишу я багато цікавився цією професією, багато читав про неї.

49. Моя професія найважливіша і найперспективніша.

50. Мої знання про цю професію були достатніми для впевненого вибору даного вузу.

Обробка результатів. Ключ до опитувальника.

Шкала «здобування знань» – за згоду з твердженням по п. 4 проставляється 3, 6 бала; по п. 17–3,6 бала; по п. 26–2,4 бала; за незгоду з твердженням по п. 28–1,2 бала; по п. 42–1,8 бала.

Максимум – 12,6 бала.

Шкала «оволодіння професією» – за згоду по п. 9–1 бал; по п. 31–2 бали, по п. 33–2 бали, по п. 43 – 3 бали; по п. 48–1 бал і по п. 49–1 бал.

Максимум – 10 балів.

Шкала «отримання диплома» – за незгоду по п. 11–3,5 бала; за згоду по п. 24–2,5 бали; по п. 35–1,5 бали; по п. 38–1,5 бали і по п. 44–1 бал.

Максимум – 10 балів.

Питання по п. 5, 13, 30 є нейтральними до цілі опитувальника і в опрацювання не включаються.

Висновки. Перевага мотивів за першими двома шкалами свідчить про адекватний вибір студентом професії і задоволеність нею.

Навчальне видання

ТЕРЬОХІНА Ольга Леонідівна
ТЕРЬОХІНА Єлизвета Юріївна

**ПРОЦЕС ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ У
ФОРМУВАННІ ТЕХНІЧНОГО МИСЛЕННЯ
МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ
МАШИНОБУДУВАННЯ**

Навчальний посібник

Комп'ютерний набір *Терехина О.Л.*
Комп'ютерна верстка *Гринь Д. В.*

Оригінал-макет підготовлено
в редакційно-видавничому відділі ЗНТУ

Підписано до друку 20.06.2018 Формат 60×84 / 16. Ум. друк. арк. 14,42.
Тираж 100 прим. Зам. № 642.

Запорізький національний технічний університет
Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 64
Тел.: (061) 769–82–96, 220–12–14

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2394 від 27.12.2005.