

# ПРАКТИКА НЕПЕРЕРВНОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

## PRACTICE OF CONTINUING PROFESSIONAL EDUCATION

<https://doi.org/10.28925/1609-8595.2022.3.2>

УДК 371.147:63 - 057.21

**Віктор Каплун**

ORCID iD 0000-0001-7040-9344

доктор технічних наук, професор,  
директор Навчально-наукового інституту енергетики,  
автоматики і енергозбереження,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
вул. Героїв Оборони, 12, 03041 Київ, Україна,  
kaplun.v@nubip.edu.ua

**Ніна Батечко**

ORCID iD 0000-0002-3772-4489

доктор педагогічних наук, професор,  
завідувач кафедри вищої та прикладної математики,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
вул. Героїв Оборони, 12, 03041 Київ, Україна,  
batechko\_n\_@ukr.net

**Людмила Панталієнко**

ORCID iD 0000-0001-6399-782X

кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент кафедри вищої та прикладної математики,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
вул. Героїв Оборони, 12, 03041 Київ, Україна,  
wnyrk15@gmail.com

## ОСОБЛИВОСТІ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРНИХ КАДРІВ У КРИЗОВИХ УМОВАХ

*У статті розкрито особливості та роль фундаментальної підготовки майбутніх інженерів, зокрема в кризових умовах. Розглянуто значення фундаментальної складової підготовки здобувачів інженерного фаху та дидактичну мету математичної підготовки майбутнього інженера. Розкрито особливості фундаментальної підготовки майбутніх інженерів в умовах онлайн-навчання та змішаного формату. Висвітлено основні тенденції інженерної освіти в педагогічній теорії.*

*Фундаментальну, зокрема математичну, підготовку майбутніх фахівців інженерного профілю розглянуто як підґрунтя формування їх системного мислення. Розглянуто лінійну та нелінійну системи формування системного мислення майбутніх інженерів. Лінійну систему виокремлено на тлі усталеного освітнього процесу підготовки фахівців; нелінійний – у кризових умовах, які*

характеризуються нестабільністю, невизначеністю та хаосом. Згенеровано нелінійну модель формування системного мислення майбутніх інженерів в аспекті фундаментальної підготовки студентів.

Експериментальна частина дослідження проведена на підставі формалізації вибіркового етапу трансформування математичних знань студентів – від елементарного курсу математики до вищої. В якості компенсації та збереження математичних знань запропоновано проведення адаптаційних курсів з елементарної математики, які уможливають наступність і послідовність у засвоєнні математичних знань, а відтак сприяють підвищенню ефективності формування системного мислення майбутніх інженерів.

**Ключові слова:** кризові умови; математична компетентність; підготовка фахівців інженерного профілю; формування системного мислення; фундаментальна підготовка.

**Вступ.** У сучасних умовах воєнного стану в нашій державі та необхідності подальшої відбудови інфраструктури в багатьох регіонах України особливої актуальності набуває якісна підготовка інженерних кадрів. Інженерні кадри беруть участь у створенні не тільки технічних, але й організаційних, економічних, екологічних і навіть соціальних систем (Войдило, с. 341). Інженерна справа завжди була і залишається інноваційною галуззю людської інтелектуальної діяльності, тому і підготовка майбутніх інженерів повинна йти на декілька кроків попереду щодо вирішення конкретних суспільно-економічних проблем. Останнє вимагає інтенсифікації інженерної підготовки та посилення ролі фундаментальної підготовки в цьому процесі. Адже саме фундаментальні знання майбутнього інженера закладають підвалини щодо вивчення професійно-орієнтованих дисциплін, а також спонукають до розвитку системного мислення майбутнього фахівця, що є основою майбутньої професійної діяльності. Формування системного мислення в майбутніх фахівців є одним із пріоритетних завдань інженерної підготовки, а підґрунтям цього процесу завжди слугувала фундаментальна підготовка.

Загальновідомо, що ключовим елементом фундаментальної складової професійної підготовки здобувачів інженерних спеціальностей є математичний компонент. Як зауважує М. Ковальчук (2021), дидактичною метою математичної підготовки є оволодіння майбутніми інженерами навичками опису поставлених професійних задач мовою математики з метою ефективного використання методів математичного моделювання у процесі їх розв'язання (с. 2).

Математична підготовка студентів інженерних спеціальностей закладає підвалини та безпосередньо впливає на рівень їх професійної підготовки, а отже, є складовою формування професійної компетентності майбутніх фахівців.

У сучасних умовах онлайн-навчання все важче вдається утримувати високу планку математичних знань, все менше середня школа уможливає неперервність фундаментальної підготовки за схемою: школа → університет. Ця тенденція спостерігається

не лише у вищій школі України, а й, за відгуками європейських колег, і в Німеччині, Франції, Нідерландах та інших країнах. Так, зокрема, А. Шляйхер (Директорат з питань освіти і навчок, Організація економічного співробітництва та розвитку) і Ф. М. Реймерз (Ініціатива з інновацій у глобальній освіті, Гарвардська вища школа освіти) зазначають, що відсутність цілеспрямованої та ефективної стратегії для захисту можливості навчання протягом кризових ситуацій призводить до значних втрат у навчанні для здобувачів освіти (Реймерз, 2020). У той же час науковці погоджуються з думкою, що надзвичайні обставини, за яких можна було б продовжувати будь-який альтернативний формат освіти, не дозволяють системам та інституціям реально досягти тих же самих результатів, що і в звичайних умовах навчання. Це вимагає зміни пріоритетів у встановленні курикулярних цілей та визначення того, що має вивчатися в період соціального дистанціювання.

Підтримуючи західних колег, зазначимо, що створення нової методології організації змішаного та дистанційного навчання в кризових умовах уможливить зменшення втрат у студентів в опануванні, зокрема, фундаментальними знаннями, посилить їх мотивацію до навчання та засвоєння знань в подальшому з професійно-орієнтованих дисциплін.

**Висвітлення проблем фахової інженерної освіти в педагогічній теорії.** Проблеми удосконалення фахової інженерної освіти не є новою. У різних аспектах її досліджували: Ю. Зінковий, М. Канівець та інші (зміст професійної освіти майбутніх інженерів); І. Богданова, Ю. Лобода, В. Паржницький та інші (основи професійної підготовки майбутніх фахівців інженерних спеціальностей); М. Жалдак, Н. Морзе, А. Гуржій та інші (інформатизація у професійній підготовці інженерів).

У контексті розвитку системного аналізу та зростання його впливу, зокрема в суспільних науках і, особливо, в педагогічних дослідженнях, особливої уваги заслуговують наукові дискусії щодо проблеми застосування системного підходу в освіті (В. Бондар, С. Гончаренко, Є. Павлютенков, В. При-

ходько, Ю. Шабанова та інші). Проблеми та особливості формування системного мислення висвітлено в наукових розвідках Дж. О'Коннора, І. Макдермотта, Ф. Капри, О. Яковенко, Л. Шрагіної та інших.

Варто зауважити, що у вищій школі України накопичено значний досвід щодо математичної складової підготовки інженерних кадрів, яка була донедавна традиційно сильною, реалізувалася через відомі як у нашій країні, так і за кордоном математичні школи та вирізнялися унікальними науково-методичними підходами щодо формування актуальних проблем математичної компетентності майбутніх інженерів. Серед актуальних проблем математичної підготовки варто виокремити: впровадження інноваційних методів навчання математики (Я. Гончаренко, В. Кушнір, К. Власенко та інші); застосування багаторівневої математичної підготовки на основі інтегрованих форм занять і контролю (В. Бахрушин, І. Зоріна, О. Марченко та інші); наукове обґрунтування педагогічних умов організації математичної підготовки майбутніх інженерів на засадах професійної спрямованості (В. Петрук, Н. Полякова та інші).

Втім, останні кризові явища похитнули усталені підходи у фундаментальній підготовці фахівців інженерного профілю, підняли рівень інформатизації освіти та вимоги до організації освітнього процесу. Як зазначає, С. Сисоєва (2021), вчені й практики освіти, здавалось би, перебудувалися й адаптувалися до нових цивілізаційних реалій. Разом з тим ті проблеми, які постали перед освітою під час пандемії COVID-19, явища, які ніхто не міг спрогнозувати, виявилися певним шоком для освітян і змусили педагогічну спільноту діяти швидко і креативно під знаком непередбачуваності (Сисоєва, 2021, с. 25). Тому увага вчених і практиків сьогодні зосереджена на пошуках нових підходів, які б дозволяли в сучасних реаліях зберегти рівень фундаментальної підготовки майбутніх фахівців і таким чином уможливити належне формування їх системного мислення.

**Мета статті** – розглянути педагогічні аспекти моделювання системного мислення майбутніх фахівців інженерного профілю в кризових умовах в контексті фундаментальної підготовки.

#### **Результати дослідження.**

**Лінійна та нелінійна системи формування системного мислення майбутніх фахівців інженерного профілю.** Фахівці високої кваліфікації інженерного профілю характеризуються не лише глибокими професійними знаннями, але й, у першу чергу, здатністю успішно застосовувати ці знання для розв'язання складних завдань, що виникають у ході професійної діяльності. Ефективне практичне мислення сучасного інженера-професіонала – це системне мислення. Як слушно зауважує В. Даніл'ян, системне мислення – це нелінійне мислення, яке

враховує відносини між поведінкою системи та факторами, що діють на цю систему (Даніл'ян, 2017, с. 11).

Розглянемо ідею формування системного мислення майбутнього інженера у двох аспектах: як лінійну систему, коли цей процес відбувається у злагодженій взаємодії усіх її елементів та характеризується лінійними зв'язками (Рис. 1) та нелінійну, коли порушені основні зв'язки між її елементами; вони носять нестабільний нелінійний характер, набувають ознак хаосу та невизначеності.

Перша, лінійна система формування системного мислення майбутніх інженерів розвивається в стабільному середовищі з усталеними соціально-економічними зв'язками, коли підготовка майбутнього інженера передбачає чітко окреслену наступність «школа – університет», особливо це стосується фундаментальної підготовки; освітній процес чітко обумовлений, здебільшого здійснюється в офлайн-форматі та має налагоджену практичну складову.

З лінійних позицій можна охарактеризувати професійну компетентність інженера, що є, на наш погляд, підґрунтям формування його системного мислення, як показник готовності, систему компетенцій, інтегрованих знань, умінь, навичок, здібностей і досвіду, необхідних для успішного розв'язання інженерних завдань відповідно до цілей, що стоять перед суспільством (Кузьміченко, 2010). Здебільшого донедавна в цій лінійній системі спостерігався перехід від системи, що спрямована на озброєння студентів знаннями, вміннями та навичками, до формування цілісної професійної компетентності.

Важливою складовою цієї системи є фундаментальна підготовка, яку О. Каверіна (2010) вважає важливим напрямом удосконалення професійної підготовки майбутнього інженера загалом. Прискорення розвитку академічних дисциплін, вважає науковець, зміцнення їх міждисциплінарного спрямування, введення до змісту загальноосвітніх дисциплін професійно значущого матеріалу, який показує зв'язок усіх предметів з майбутньою професією, мотивує до їх вивчення (Каверіна, 2010). Саме міждисциплінарні зв'язки є важливими лінійними зв'язками між елементами системи формування системного мислення майбутнього інженера.

Професійна спрямованість навчання математики як інтеграційна основа фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей розглядається М. Ковальчук (2021) як складна, багатогранна та різновекторна система, що включає комплекс педагогічних засобів, які забезпечують засвоєння передбачених освітньо-професійною програмою знань, умінь і навичок, і водночас передбачає формування цілісного ставлення до вибраного фаху.

Розглянемо ситуацію, коли в розвитку системи

формування системного мислення майбутніх інженерів порушуються основні зв'язки між її елементами: втрачається наступність у вивченні фундаментальних дисциплін: «школа – університет»; освітній процес здебільшого здійснюється в змішаному форматі; втрачається міжособистісна комунікація «викладач – студент». Викладачі-практики чітко усвідомлюють, що в таких умовах традиційне, лінійне уявлення про освітній процес нівелюється та характеризується нестабільністю, хаосом, явищами біфуркації та отримує яскраво виражені ознаки нелінійної системи. Стає зрозумілим, що в таких кризових умовах використання традиційних форм і методів навчання стає малоефективним.

**Формування системного мислення майбутніх інженерів в кризових умовах в контексті формування їх математичної компетентності.** Проблема формування математичної компетентності, яка, на нашу думку, є основним підґрунтям формування системного мислення майбутнього інженера, не є новою. Втім, усі досліджувані аспекти, такі, як, наприклад, наступність в засвоєнні математичних знань, прикладна спрямованість курсу вищої математики тощо, здебільшого висвітлюються для

усталених форм освітнього процесу, сильної доуніверситетської підготовки майбутніх інженерів, відсутності соціальних потрясінь. Традиційно математичну компетентність розглядаємо як інтегративну особистісну якість, основою якої є сукупність фундаментальних математичних знань, практичних умінь і навичок, що свідчать про готовність і здатність студента здійснювати професійну діяльність.

Припустимо ситуацію, яка наразі виникає повсякчас у процесі інженерної підготовки фахівців, коли відсутня основна ланка формування математичної компетентності – наступність у вивченні математики. Все частіше на студентську лаву потрапляють молоді люди з дуже поверхневими математичними знаннями, а подекуди – їх повною відсутністю. Останнє спричинено тотальним онлайн-навчанням у середній школі, яке вже триває третій рік поспіль, слабкими методами проведення дистанційних занять, відсутністю мотивації учнів – майбутніх студентів до оволодіння математичними знаннями. У таких умовах порушується ланка «школа – університет», яка донедавна в Україні щодо оволодіння математичними знаннями була традиційно сильною.

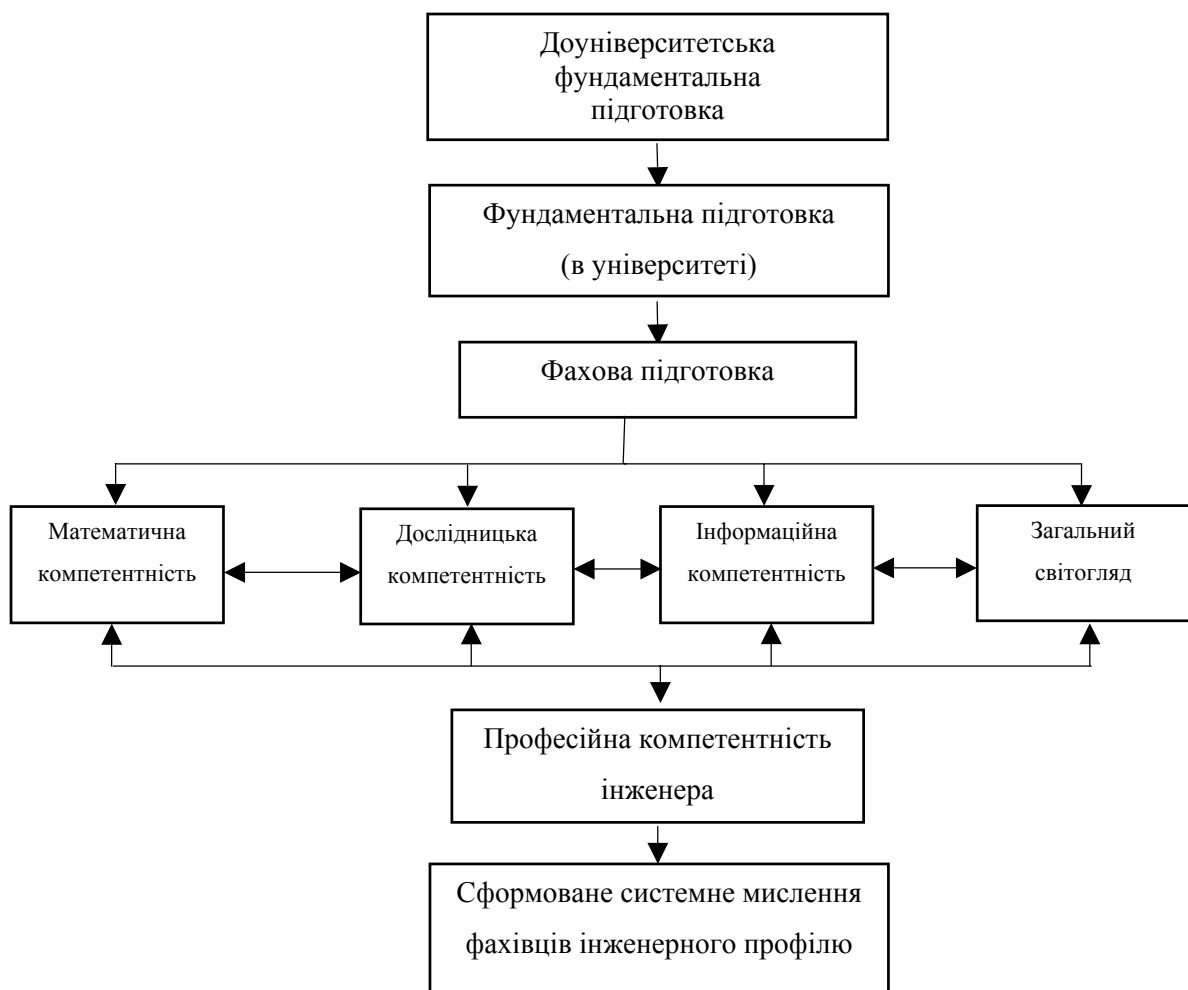


Рисунок 1. Формування системного мислення майбутніх фахівців інженерного профілю як лінійна система

Складено авторами самостійно

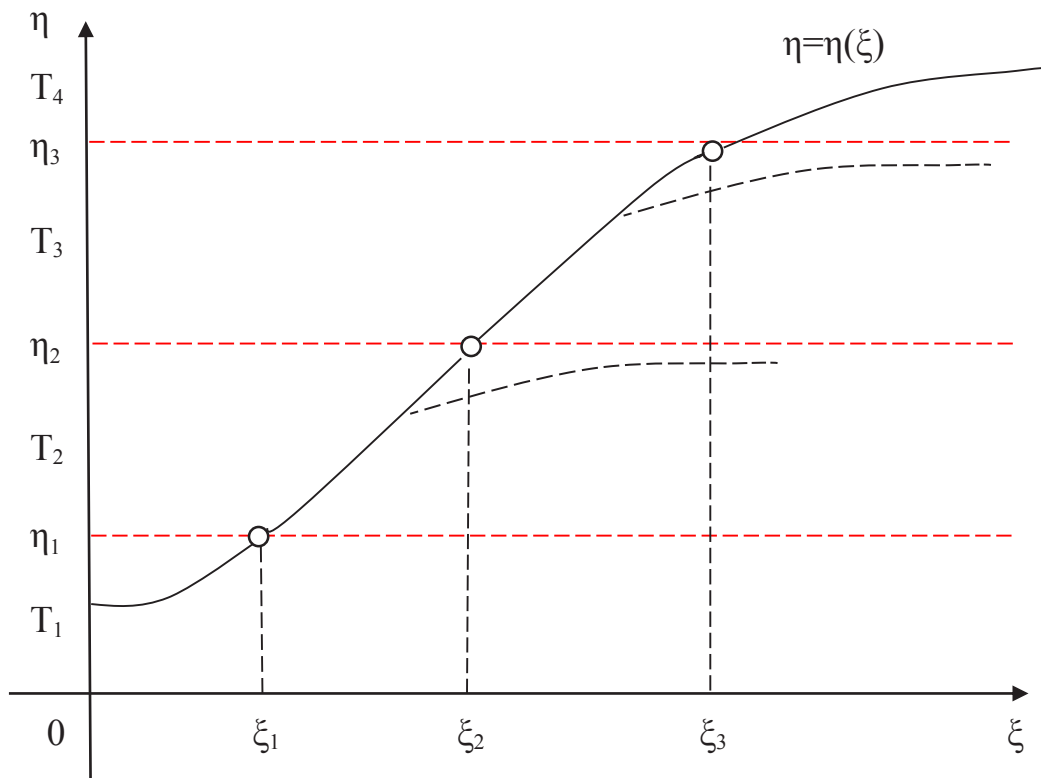


Рисунок 2. Етапи формування системного мислення майбутніх інженерів у кризових умовах в контексті рівня математичної компетентності

Етапи формування системного мислення майбутніх інженерів:

$T_1$  – трансформування математичних знань за схемою («школа – університет»);

$T_2$  – вивчення основного курсу вищої математики;

$T_3$  – етап застосування математичних знань в професійно-орієнтованих дисциплінах;

$T_4$  – творчий етап застосування математичних знань при створенні інноваційних моделей.

Складено авторами самостійно

На рис. 2 схематично відображено криву  $h = h(\xi)$  формування системного мислення студентів інженерного профілю в процесі навчання за освітньою програмою в кризових умовах та вплив на цей процес вивчення та засвоєння фундаментальних дисциплін, зокрема математики.

Перший, найважливіший етап  $T_1$ :  $[0; h_1]$  – етап трансформації шкільних знань з елементарної математики у вивчення вищої математики. Звісно, у сприятливих умовах крива  $h = h(\xi)$  має тенденцію до зростання, оскільки міцні знання студентів з елементарної математики закладають підґрунтя вивчення вищої математики. У кризових умовах наступність у засвоєнні математичних знань втрачається, відповідно, студент не може в повному обсязі засвоїти і курс вищої математики, і при переході до другого етапу  $T_2$ :  $[h_1; h_2]$  – етапу формування системного мислення у процесі вивчення курсу вищої математики – ми прослідковуємо розрив – точку  $(\xi_1; h_1)$  (в сприятливих умовах цього розриву немає і крива  $h=h(\xi)$  є неперервною).

Далі, якщо на етапі  $T_2$ :  $[h_1; h_2]$  не відбулося значного покращення якості математичних знань крива формування системного мислення  $h = h(\xi)$  не знає подальшого зростання, а залишається майже

незмінною вздовж своєї асимптоти ( $h = h_2$ ), тобто математичні знання засвоєні студентом формально і він не може їх застосувати на наступному етапі  $T_3$ :  $[h_2; h_3]$ , коли системне мислення формується в процесі вивчення професійно-орієнтованих дисциплін і фундаментальні знання знаходять своє застосування на практиці.

При переході від етапу  $T_2$  до  $T_3$  також можлива точка розриву, коли студенту бракує знань при застосуванні математичного апарату на практиці. Етап  $T_4$ :  $h \in [h_3; +\infty]$  відображає творчий характер формування системного мислення в майбутніх інженерів і пов'язаний із застосуванням математичних знань у створенні майбутнім інженерам інноваційних моделей за фахом. Як і у випадку  $T_3$ , перехід до  $T_4$  може не відбутися, а крива формування системного мислення буде наближатися асимптотично до кривої  $h = h_3$  і залишатися на проміжку  $[h_2; h_3]$ , тобто студент навчився застосовувати математичний апарат на практиці, проте не може моделювати професійну діяльність на вищому інноваційному рівні.

Чи можна подолати кризові явища на кожному окремому етапі формування системного мислення майбутніх інженерів? (Рис. 2). Звісно, кожен окре-

мий етап ( $T_1, T_2, T_3, T_4$ ) потребує якісно інших підходів, оскільки несуть у собі якісно інші освітні цілі. В експериментальному дослідженні зосередимо увагу на етапі  $T_1$  формування системного мислення майбутнього інженера і покажемо, як у кризових умовах вирівняти рівень елементарної математичної підготовки та уможливити подальше ефективне вивчення вищої математики.

**Експериментальна частина дослідження на підставі формалізації вибірових даних.** На початку кожного навчального року для студентів інженерних спеціальностей першого року навчання проводимо письмову роботу з перевірки знань курсу елементарної математики. У наступній таблиці зведено результати зрізів знань за останні п'ять років для спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» (АКІТ) (ОС бакалавр).

Таблиця 1

**Результати зрізу знань з елементарної математики студентів спеціальності АКІТ (за роками)**

АКІТ	0–2 (2)	3	4	5
2018	25%	38%	31%	6%
2019	30%	32%	38%	0%
2020	58,7%	20,7%	10,3%	10,3%
2021	23%	31%	46%	0%
2022	50%	33%	17%	0%

Складено авторами самостійно

Елементи вихідної вибірки подано у вигляді чотирьох груп з відносними частотами належності групам (у відсотках): «незадовільно», «задовільно», «добре», «відмінно».

Графічним представленням ряду розподілу цих показників для випадку 2018, 2020 та 2022 рр. слугують полігони відносних частот (Рис. 3).

Для порівняльного аналізу динаміки успішності вступників, враховуючи карантинні обмеження та наявність військового стану в нашій країні, вибрано саме ці роки вступної кампанії. Як бачимо, фінальні результати в певній мірі виявились очікуваними.

Подальші дослідження проводились у рамках задач статистичної перевірки гіпотез за третім типом (перевірка основної гіпотези типу  $H_0$  і типу альтернативного вибору) із застосуванням критерію Пірсона  $\chi^2$ .

В якості експериментальної взято найбільш «ризиковану» в плані зовнішніх впливів (карантину та військових дій) групу 2022–2023 років навчання. Результати первинної обробки даних за зрізом знань для групи вступників 2022 р. подано у вигляді групованої вибірки. Розбиття вибірки здійснювалось за трьома групами: «незадовільно» – 6 студентів групи, «задовільно» – 4 студенти, «добре» та «відмінно» – 2. В якості гіпотези типу  $H_0$  «нормативної» успішності приймалися можливі істинні значення частот групованої вибірки (у відсотках): 20%, 60%, 20% відповідно.

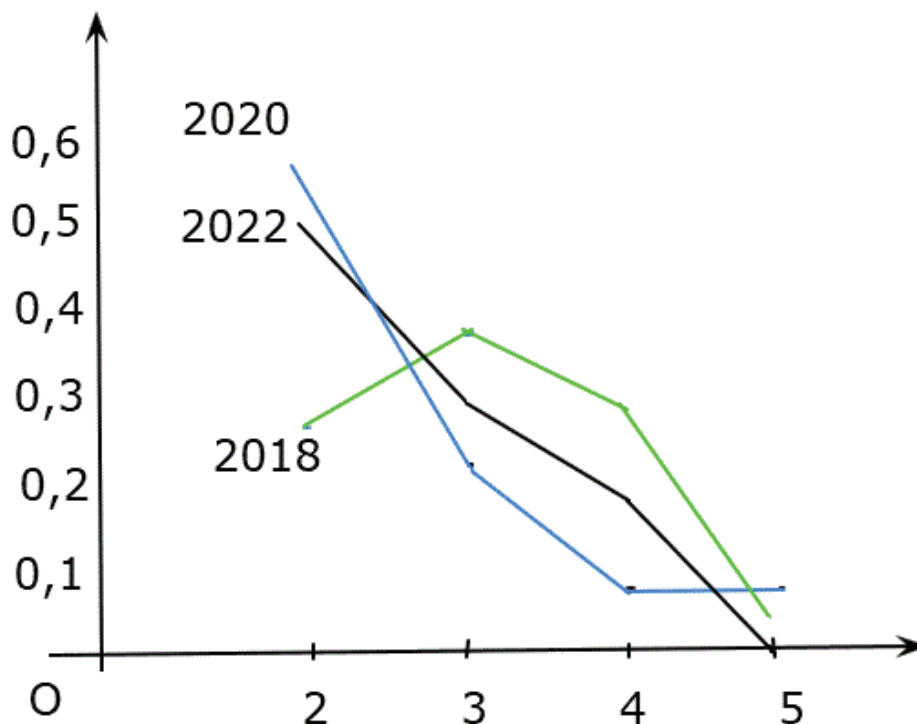


Рисунок 3. Полігони відносних частот успішності з елементарної математики студентів спеціальності АКІТ (за роками)

Складено авторами самостійно

**Формулювання гіпотези:** для довірчої ймовірності  $\beta = 0,95$  перевірити, чи не є відхилення від стандартних показників такими, що визначають випадкові фактори.

Показники «нормативної» успішності будуть становити ймовірності гіпотези про істинні значення ймовірностей групованої вибірки:  $p_1^{(0)} = 0,2$ ,  $p_2^{(0)} = 0,6$  та  $p_3^{(0)} = 0,2$ . Отже, гіпотеза загалом набуває вигляду:

$$H_0: p_1 = 0,2, p_2 = 0,6, p_3 = 0,2.$$

Статистичним критерієм (функцією стандартного критерію згоди Пірсона) є функція, що визначається за співвідношенням

$$G(\alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha_N; p_1^{(0)}, p_2^{(0)}, \dots, p_M^{(0)}) = \sum_{k=1}^M \frac{(n_k - Np_k^{(0)})^2}{Np_k^{(0)}} = \frac{(n_1 - Np_1^{(0)})^2}{Np_1^{(0)}} + \frac{(n_2 - Np_2^{(0)})^2}{Np_2^{(0)}} + \dots + \frac{(n_M - Np_M^{(0)})^2}{Np_M^{(0)}}.$$

Тут  $N$  – обсяг вибірки,  $n_k$  – абсолютна частота  $k$ -тої групи за вибіркою,  $p_k^{(0)}$  – істинне (гіпотетичне) значення ймовірності  $k$ -тої групи групованої вибірки,  $Np_k^{(0)}$  – істинне (гіпотетичне) значення абсолютної частоти  $k$ -тої групи групованої вибірки.

Оскільки статистика цього критерію має асимптотичний характер ( $\chi^2$  із  $M - 1$  степенем свободи), застосування цього критерію у конкретній вибірці набуває вигляду наближеної рівності

$$G \approx \chi_{M-1}^2.$$

Останнє не впливатиме на стандартний алгоритм застосування критерію (обчислення значення статистики, побудова довірчої області, перевірка обчисленого значення щодо належності довірчої області).

Довірчою областю критерію  $D_\beta$  є одностороння довірна область за розподілом  $\chi^2$ , але зі зміненою кількістю  $M - 1$  степенів свободи:

$$D_\beta = (0; \chi_{M-1; 1-\beta}^2)$$

Оскільки розподіл  $\chi^2$  невід'ємно визначений, значення статистики  $G(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N; p_1^{(0)}, p_2^{(0)}, \dots, p_M^{(0)})$  дорівнюватиме нулю лише у випадку, коли вибірка буде збігатися з гіпотетичною ( $n_k = Np_k^{(0)}$  для всіх  $k = 1, 2, \dots, M$ ). Крім того, чим більше відхилення між абсолютними частотами досліджуваної та гіпотетичної вибірки, тим більшим буде значення  $\chi_{M-1}^2$ .

Для нашого випадку довірчої ймовірності  $\beta = 0,95$  та кількості груп  $M = 3$  за зрізом знань 2022 р. розрахункова формула для статистики набуватиме вигляду:

$$G(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{12}; p_1^{(0)}, p_2^{(0)}, \dots, p_3^{(0)}) = \frac{(n_1 - 12p_1^{(0)})^2}{12p_1^{(0)}} + \frac{(n_2 - 12p_2^{(0)})^2}{12p_2^{(0)}} + \frac{(n_3 - 12p_3^{(0)})^2}{12p_3^{(0)}},$$

тобто

$$G(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{12}; p_1^{(0)}, p_2^{(0)}, p_3^{(0)}) = \frac{(6 - 12 \cdot 0,2)^2}{12 \cdot 0,2} + \frac{(4 - 12 \cdot 0,6)^2}{12 \cdot 0,6} + \frac{(2 - 12 \cdot 0,2)^2}{12 \cdot 0,2} = 6,89.$$

Далі, згідно з таблицями значень верхніх критичних величин розподілу Пірсона за рівнем значущості  $\alpha = 1 - \beta = 1 - 0,95 = 0,05$ , знаходимо критичну точку:  $\chi_{M-1; 1-\beta}^2 = \chi_{2; 0,05}^2 \approx 5,99$ . Оскільки розрахункове значення статистики розподілу 6,89 і воно більше за табличне 5,99, гіпотезу про випадкові фактори розкиду від стандартних показників успішності для групи АКІТ 2022 р. вступу відхилено.

З таких позицій можна здійснити формалізацію задачі щодо порівняння результатів успішності двох груп різного року вступу. В якості  $H_0$  «нормативної» успішності природно прийняти результати групи з достатньо наближеною до бажаної успішності. Так, в якості «нормативної» вибрано групу АКІТ 2018 року вступу з показниками  $p_1^{(0)} = 0,25$ ,  $p_2^{(0)} = 0,38$ ,  $p_3^{(0)} = 0,37$ . Перевірку гіпотези про випадкові фактори щодо відхилення від стандартних показників здійснено для групи АКІТ 2019 р. за результатами: «незадовільно» – 5 студентів групи, «задовільно» – 5 студентів, «добре» та «відмінно» – 6.

Отже, тут основною гіпотезою буде така:

$$H_0: p_1 = 0,25, p_2 = 0,38, p_3 = 0,37.$$

За статистичним критерієм при  $N = 16$  здійснюємо необхідні розрахунки

$$G(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{16}; p_1^{(0)}, p_2^{(0)}, p_3^{(0)}) = \frac{(n_1 - 16p_1^{(0)})^2}{16p_1^{(0)}} + \frac{(n_2 - 16p_2^{(0)})^2}{16p_2^{(0)}} + \frac{(n_3 - 16p_3^{(0)})^2}{16p_3^{(0)}} = \frac{(5 - 16 \cdot 0,25)^2}{16 \cdot 0,25} + \frac{(5 - 16 \cdot 0,38)^2}{16 \cdot 0,38} + \frac{(6 - 16 \cdot 0,37)^2}{16 \cdot 0,37} \approx 0,443.$$

Оскільки розрахункове значення статистики розподілу 0,443 і воно менше за табличне 5,99, гіпотезу про випадкові фактори відхилення успішності групи АКІТ 2019 приймають.

**Практика проведення адаптаційних курсів з математики в процесі формування системного мислення майбутніх інженерів.** За результатами аналізу успішності зрізів знань з елементарної математики для кожної інженерної спеціальності формують групи кількістю до 25–30 студентів.

Адаптаційні заняття (загальним обсягом 20 годин) проводить лектор потоку поза основним розкладом навчальних занять за погодженим графіком, зазвичай на 5–6 парах по 1–2 заняття на тиждень. У робочу програму вирівнювальних курсів з елементарної математики включено базові розділи, що стосуються нормативної дисципліни «Вища математика» й безпосередньо зв'язані з фаховими дисциплінами для даної інженерної спеціальності (елементарне дослідження функції; графіки, їх геометричні перетворення, модуль дійсного числа, основи вищої алгебри тощо). Ко-

регування програми курсів здійснюють у залежності від результатів робіт зі зрізу знань та рівня студентів конкретної групи.

Така організація навчального процесу, на нашу думку, забезпечує неперервність математичної освіти та в певній мірі надаватиме можливість вирівняти необхідні знання студентів інженерних спеціальностей.

**Висновки.** Таким чином, нами окреслено необхідність інтенсифікації якісної підготовки інженерних кадрів як однієї з передумов відбудови України в післявоєнний період. Доведено необхідність неперервної фундаментальної підготовки майбутніх інженерів і як підґрунтя у засвоєнні професійно-

орієнтованих дисциплін, і як основи формування їх системного мислення. Розкрито лінійний (в сприятливих умовах) та нелінійний (в кризових умовах) сценарії формування системного мислення майбутніх фахівців інженерного профілю в аспекті засвоєння ними математичних знань. В якості експерименту досліджено перехідний етап трансформування математичного апарату студентів на початку навчання у вищій школі.

Майбутні розвідки будуть зосереджені в теоретичному обґрунтуванні та експериментальній перевірці застосування математичного апарату в засвоєнні майбутніми інженерами професійно-орієнтованих дисциплін.

### Список використаної літератури

1. Войдило Я. Гуманітарна підготовка інженерних кадрів: потреба та суперечності реалізації. *Гілея: науковий вісник*. 2015. Випуск 102. С. 341–345.
2. Валєєв К. Г., Джалладова І. А. Збірник задач з теорії ймовірностей та математичної статистики. Київ: КНЕУ, 2008. 352 с.
3. Даніл'ян В. О. Розвиток інформаційного системного мислення студентів. *Матеріали науково-методичної конференції «Підготовка фахівців нової генерації – завдання вищої освіти», 29–30 листопада 2017*. Харків: Український державний університет залізничного транспорту, 2017. С. 11.
4. Донченко В. С., Сидоров М. В.-С., Шаранов М. М. Теорія ймовірностей та математична статистика. Київ: Академія, 2009. 286 с.
5. Каверіна О. Т. Характеристика основних дефініцій професійної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю: інтегративний підхід. *Гуманізація навчально-виховного процесу*. 2010. Вип. 53. Ч. 1. С. 68–72.
6. Ковальчук М. Б. Професійна спрямованість навчання математики як інтеграційна основа фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей: автореф. дис. ... докт. пед. наук: 13.00.04. Київ: Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, 2021. 37 с.
7. Кузьміченко О. І. Сутність і структура професійної компетентності майбутнього інженера. *Вісник Луганського національного університету ім. Т. Шевченка. Серія: Педагогічні науки*. 2010. № 16 (203). Ч. 2. С. 13–17.
8. Реймерз Ф. М., & Шляйхер А. (2020). Рамкові настанови щодо відповіді освіти на пандемію COVID-19 2020 року: Рекомендації Директорату з питань освіти та навичок Організації економічного співробітництва і розвитку у співпраці з Гарвардською вищою школою освіти. Київ: НАПН України, 2020. 31 с. URL: [https://naps.gov.ua/uploads/files/press/2020/Framework-guide\\_V1\(COVID-19\\_ua\).pdf](https://naps.gov.ua/uploads/files/press/2020/Framework-guide_V1(COVID-19_ua).pdf) (дата звернення: 5.10.2022).
9. Сисова С. Педагогічні аспекти цифровізації освіти. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2021. № 4. С. 24–32. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2021.4.3>
10. Сулима І. М., Яковенко В. М. Вища математика. Теорія ймовірностей. Математична статистика. Київ: НАУ, 2004. 238 с.
11. Сулима І. М., Ковтун І. І., Нікітіна І. А., Скороход Т. А., Яковенко В. М. Прикладна математика. Теорія ймовірностей. Математична статистика. Київ: НАУ, 2005. 148 с.

### References

- Vojdilo, Ya. (2015). Gumanitarna pidgotovka inzhenernih kadriv: potreba ta superechnosti realizaciyi [Humanitarian training engineers: the need for implementation and contradictions]. *Gileya: naukovij visnik*, 102, 341–345.
- Valeev, K. G., Jalladova, I. A. (2008). *Zbirnik zadach z teorii ymovirnostej ta matematichnoyi statistiki [Collection of problems on the theory of probabilities and mathematical statistics]*. KNEU.
- Danilian, V. O. (2017). Rozvitok informacijnogo sistemnogo mislennya studentiv [Development of students' information system thinking]. *Materiali nauково-metodichnoyi konferenciyi «Pidgotovka fahivciv novoyi generaciyi – zavdannya vishoyi osviti», 29–30 listopada 2017* (p. 11). Ukrainian State University of Railway Transport.
- Donchenko, V. S., Sidorov, M. V.-S., Sharapov, M. M. (2009). *Teoriya ymovirnostej ta mat ematichna statistika [Probability theory and mathematical statistics]*. Academy.
- Kaverina, O. T. (2010). Harakteristika osnovnih definicij profesijnoyi pidgotovki majbutnih fahivciv tehničnogo profilyu: integrativnij pidhid [Characterization of the main definitions of professional training of future technical specialists: an integrative approach]. *Gumanizacija navchalno-vihovnogo procesu*, 53, 1, 68–72.
- Kovalchuk, M. B. (2021). *Profesijna spryamovanist navchannya matematiki yak integracijna osnova fahovoyi pidgotovki studentiv*



- inzhenernih specialnostej [Professional orientation of teaching mathematics as an integration basis of professional training of engineering specialties]: Extended abstract of Doctor's thesis: 13.00.04. National Pedagogical Dragomanov University.*
- Kuzmichenko, O. I. (2010). Sutnist i struktura profesijnoyi kompetentnosti majbutnogo inzhenera [The essence and structure of professional competence of the future engineer]. *Bulletin of Luhansk Taras Shevchenko National University. Pedagogical Sciences*. 16 (203), 2, 13–17.
- Reimers, F. M., Schleicher, A. (2020). *Ramkovi nastanovi shodo vidpovidi osviti na pandemiyu COVID-19 2020 roku: Rekomendaciyi Direktoratu z pitan osviti ta navichok Organizaciyi ekonomichnogo spivrobitnictva i rozvitku u spivpraci z Garvardskoyu vishoyu shkolyu osviti [A framework to guide an education response to the COVID-19 Pandemic of 2020: Recommendations of the Education and Skills Directorate of the Organization for Economic Co-operation and Development in collaboration with the Harvard Graduate School of Education]*. NAES of Ukraine. [https://naps.gov.ua/uploads/files/press/2020/Framework-guide\\_V1\(COVID-19\\_ua\).pdf](https://naps.gov.ua/uploads/files/press/2020/Framework-guide_V1(COVID-19_ua).pdf)
- Sysoieva, S. (2021). Pedagogical aspects of digitalization of education. *Continuing professional education: theory and practice*, 4, 24–32. <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2021.4.3>
- Sulima, I. M., Yakovenko, V. M. (2004). *Visha matematika. Teoriya jmovirnostej. Matematichna statistika [Higher mathematics. Probability theory. Mathematical statistics]*. NAU.
- Sulima, I. M., Kovtun, I. I., Nikitina, I. A., Skorokhod, T. A., Yakovenko, V. M. (2005). *Prikladna matematika. Teoriya jmovirnostej. Matematichna statistika [Applied mathematics. Probability theory. Mathematical statistics]*. NAU.

Стаття надійшла до редакції 5.10.2022

Прийнято до друку 27.10.2022

## FEATURES OF FUTURE ENGINEERS' FUNDAMENTAL TRAINING IN CRISIS CONDITIONS

Kaplun Viktor, Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Head of the Education and Research Institute of Energetics, Automation and Energy Efficiency,  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,  
15 Heroyiv Oborony Str., 03042 Kyiv, Ukraine,  
[kaplun.v@nubip.edu.ua](mailto:kaplun.v@nubip.edu.ua)

Batechko Nina, Doctor of Science in Pedagogy, Professor,  
Head of the Department of Higher and Applied Mathematics,  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,  
15 Heroyiv Oborony Str., 03042 Kyiv, Ukraine,  
[batechko\\_n\\_@ukr.net](mailto:batechko_n_@ukr.net)

Pantaliyenko Lyudmila, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Higher and Applied Mathematics,  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,  
15 Heroyiv Oborony Str., 03042 Kyiv, Ukraine,  
[wyrk15@gmail.com](mailto:wyrk15@gmail.com)

*The article reveals the features and the role of future engineers' fundamental training, in particular, in crisis conditions. The importance of the fundamental component in engineering training and the didactic purpose of future engineers' mathematical training have been considered. The peculiarities of future engineers' fundamental training in the conditions of online learning and mixed format have been revealed. The main trends of engineering education in pedagogical theory have been highlighted.*

*The article considers future engineers' fundamental training, in particular in mathematics, as the basis for their system thinking formation. Linear and non-linear systems of formation of future engineers' system thinking have been highlighted. The linear system has been singled out against the background of the established educational process of future specialists' training; non-linear – in crisis conditions which are characterized by instability, uncertainty and chaos. A nonlinear model of formation of future engineers' system thinking in the aspect of student's fundamental training has been generated.*

*The experimental part of the study was carried out on the basis of the sample data formalization on the stage of transformation of students' mathematical knowledge – from the elementary course of mathematics to higher education. As a compensation and preservation of mathematical knowledge, it has been proposed to conduct adaptation courses in elementary mathematics, which enable continuity and consistency in assimilation of mathematical knowledge, and therefore contribute to increasing efficiency in formation of future engineers' system thinking.*

**Keywords:** *crisis conditions; fundamental training; future engineers' training; mathematical competence; system thinking formation.*