

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

Міжнародна науково-методична Інтернет-конференція  
«Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності (2022)»

11-12 жовтня 2022 року

Збірник матеріалів

Електронне наукове видання

Вінниця  
ВНТУ  
2022

УДК 001  
М58

**Видається за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України**

**Організаційний комітет конференції:**

**Голова** – Грабко В. В., д.т.н., професор, перший проректор з наукової роботи та міжнародного співробітництва Вінницького національного технічного університету.

**Члени оргкомітету:**

Богачук В. В., кандидат технічних наук, доцент, заступник проректора з наукової роботи - начальник науково-дослідної частини.

Власюк А. І. - к. т. н., доц., Вінницький національний технічний університет.

Михалевич В. М., д. т. н., проф., Вінницький національний технічний університет.

Хом'юк І. В., д. пед. н., проф., Вінницький національний технічний університет.

Бондаренко З. В., к. пед. н., доцент, Вінницький національний технічний університет.

Кирилащук С. А. к. пед. н., доцент, Вінницький національний технічний університет.

Прозор О. П. к. пед. н., доцент, Вінницький національний технічний університет.

Ковтонюк М. М. к.ф.-м.н, д.пед.н., проф, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського.

Бак С. М., д.ф.-м.н., доцент, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського.

Матеріали міжнародної науково-методичної Інтернет-конференції  
М58 «Проблеми математичної освіти: виклики сучасності (2022)» : збірник матеріалів  
[Електронний ресурс]. – Вінниця: ВНТУ, 2022. – (PDF, 184 с.)

ISBN 978-966-641-933-3

Збірник містить тексти доповідей Міжнародна науково-методичної Інтернет-конференція «Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності (2022)».

Конференція проходила 11-12 жовтня 2022 року на базі Вінницького національного технічного університету з метою вивчення досвіду, проблем та перспектив найбільш ефективного та економного навчання математики при сучасних до неї вимогах; використання нових технологій навчання, обговорення питань науково-методичного супроводу викладання математичних дисциплін; розробки і застосування інформаційно-комунікаційних та інноваційних педагогічних технологій.

УДК 001

ISBN 978-966-641-933-3

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2022

## Зміст

### Методологічні аспекти розбудови сучасної математичної освіти

<i>Катерина Грижинку, Діана Христіна, Віктор Вікторович Хом'юк</i> ТАНГРАМ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ЛОГІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ШКОЛЯРІВ .....	1
<i>Максим Андрійович Солоний, Віктор Вікторович Хом'юк, Світлана Анатоліївна Кирилацук</i> ІНТЕРАКТИВНІ ПРЕЗЕНТАЦІЇ ЯК ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ .....	5
<i>Олександра Степанівна Царева, Андрій Васильович Семенчук</i> ЩОДО ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕАТРАЛЬНОЇ ПЕДАГОГІКИ В МЕТОДОЛОГІЮ ВИКЛАДАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ .....	9
<b>Теоретико-методологічні та психологічні аспекти створення і впровадження інформаційно-комунікаційних та інноваційних технологій</b>	
<i>Ганна Олександрівна Пастушенко, Ірина Володимирівна Хом'юк</i> ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОРГАНІЗАЦІЇ ОНЛАЙН ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ЗВО .....	11
<i>Михайло Дмитрович Кренцін, Ірина Володимирівна Хом'юк</i> ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДЛЯ ВИКЛАДАННЯ ІНФОРМАТИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЙ .....	14
<i>Дмитро Олександрович Шмундяк</i> ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ .....	19
<i>Андрій Андрійович Болдирев, Ірина Володимирівна Хом'юк</i> ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ СТУДЕНТІВ НА ІНТЕРАКТИВНИХ ЗАНЯТТЯХ З ДИСЦИПЛІНИ «ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ» .....	22
<i>Анастасія Орестівна Карп'як</i> РЕГІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ КАДРОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІТ РИНКУ УКРАЇНИ. ОСВІТНІЙ АСПЕКТ .....	26
<i>Олена Миколаївна Соя, Олена Павлівна Косоєць, Ярослав Володимирович Крупський</i> МІСЦЕ ІНДИВІДУАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПІЗНАВАЛЬНОЇ СФЕРИ ОСОБИСТОСТІ В АДАПТИВНОМУ НАВЧАННІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ІНФОРМАТИЦІ ТА МАТЕМАТИЦІ .....	29
<i>Катерина Євгенівна Рум'янцева</i> ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ ДОШКИ IDROO НА ЗАНЯТТЯХ З ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ .....	32
<i>Сергій Русланович Олінович</i> ВИКОРИСТАННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ GOOGLE SITES ВЧИТЕЛЯМИ ІНФОРМАТИКИ .....	34
<i>Анастасія Володимирівна Василич</i> ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ GOOGLE FORMS .....	40
<b>Математика та математичне моделювання</b>	
<i>Наталія Василівна Сачанюк-Кавецька, Анастасія Вячеславівна Кавецька</i> КРИТЕРІЙ ЗГОДИ МІЗЕСА-СМІРНОВА В СТАТИСТИЧНІЙ ОБРОБЦІ МЕДИЧНИХ ДАНИХ .....	43
<i>Сергій Миколайович Бак, Галина Миколаївна Ковтонюк, Юлія Вікторівна Горбачова</i> ІСНУВАННЯ СТОЯЧИХ ХВИЛЬ З ПЕРІОДИЧНОЮ АМПЛІТУДОЮ В ДИСКРЕТНОМУ РІВНЯННІ КЛЕЙНА-ГОРДОНА З КУБІЧНОЮ НЕЛІНІЙНІСТЮ .....	46
<i>Володимир Дмитрович Дереч</i> СТРУКТУРНО ОДНОРІДНА НАПІВГРУПА, ЯКА Є ІДЕАЛЬНИМ РОЗШИРЕННЯМ ГРУПИ ЗА ДОПОМОГОЮ НІЛЬНАПІВГРУПИ L .....	49
<i>Борис Іванович Мокін, Ольга Олександрівна Войцеховська</i> ПРО ДЕЯКІ НАСЛІДКИ НЕКОРЕКТНОГО ЗАСТОСУВАННЯ В ПРИКЛАДНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ МАТЕМАТИЧНОЇ ТЕОРІЇ КАТАСТРОФ .....	52
<i>Оксана Владиславівна Безсмертна, Карина Романівна Остапчук</i> МЕТОД ЕКСТРАПОЛЯЦІЇ ТРЕНДІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗУВАННЯ .....	55
<i>Марія Вікторівна Левцицька, Мар'яна Михайлівна Ковтонюк</i> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ФУНКЦІЇ ОДНІЄЇ ТА БАГАТЬОХ ЗМІННИХ .....	57
<i>Ольга Миколаївна Артюх</i> ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ LOGIT-РЕГРЕСІЇ .....	63
<i>Василь Михайлович Горбачук</i> МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ .....	65
<i>Володимир Сергійович Павлов, Ірина Володимирівна Хом'юк, Катерина Сергіївна Шевчук</i> APPLICATION OF MATHEMATICAL APPARATUS OF FUZZY MULTIPLIERS FOR FORECASTING DISEASES ON THE EXAMPLE OF SUGAR DIABETES .....	78
<i>Володимир Маркусович Михалевиц, Віктор Андрійович Матвійчук, Микола Анатолійович Колісник</i> СПОСІБ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ ДЕФОРМАЦІЙ ПРИ ШТАМПУВАННІ ОБКОЧУВАННЯМ .....	82
<i>Андрій Анатолійович Штуць</i> СПОСІБ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ ДЕФОРМАЦІЙ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОН ЗАГОТОВОК В ОПЕРАЦІЯХ ВИСАДЖУВАННЯ МЕТОДОМ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ .....	87
<i>Валерій Федорович Граняк</i> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА НА ФОРМУВАННЯ ВИЩИХ ГАРМОНІК СТРУМУ СТАТОРА .....	91
<i>Олександр Никифорович Романюк</i> ВИКОРИСТАННЯ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЗАСОБІВ ТРИВИМІРНОЇ ГРАФІКИ В КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ .....	94
<b>Використання систем комп'ютерної математики в наукових дослідженнях та освіті</b>	
<i>Ярослав Олександрович Ісаєнков</i> ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ МЕДИЧНИХ ЗАПИСОК ПАЦІЄНТІВ .....	98
<i>Світлана Анатоліївна Кирилацук, Злата Василівна Бондаренко, Віталій Іванович Клочко</i> ВІДОБРАЖЕННЯ ДЕЯКИХ ПОНЯТЬ ЧИСЛОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ У КУРСІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ .....	101
<i>Юрій Володимирович Добранюк, Богдан Вікторович Маліцький, Ярослав Олександрович Глеба</i> ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ MAPLE ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩІ ФІГУРИ, ЯКА ОБМЕЖЕНА КОЛОМ ТА РОЗТАШОВАНА ПОЗА КАРДІОІДОЮ .....	106
<i>Борис Іванович Мокін, Віталій Борисович Мокін, Олександр Борисович Мокін, Дмитро Олександрович Шалагай</i> ОСОБЛИВОСТІ ОБЧИСЛЕННЯ ІНТЕГРАЛУ ЛЕБЕГА ВІД ФУНКЦІЙ, ЗАДАНИХ НА МНОЖИНІ МІРИ «НУЛЬ» .....	112
<i>Аліна Яківна Клімишина</i> ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ ADVANCED GRAPHER ДЛЯ ВІЗУАЛЬНОГО СУПРОВОДУ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ ЧИСЛЕННЯ ФУНКЦІЇ ОДНІЄЇ ЗМІННОЇ» .....	114

<i>Олексій Олександрович Кавка</i> АДАПТАЦІЯ МЕТОДУ ЛЕЙТНЕРА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИВЧЕННЯ АЛГОРИТМІВ ТА СТРУКТУР ДАНИХ В ПРОГРАМНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ.....	116
<i>Людмила Павлівна Суховірська, Василь Олександрович Болілий</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІНІЙНИХ СИНГУЛЯРНО ЗБУРЕНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ДРУГОГО ПОРЯДКУ ЗАСОБАМИ MAPLE.....	119
<i>Людмила Павлівна Суховірська, Василь Олександрович Болілий</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІНІЙНИХ СИНГУЛЯРНО ЗБУРЕНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ДРУГОГО ПОРЯДКУ ЗАСОБАМИ MAPLE.....	121
<i>Олександр Никифорович Романюк</i> МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА».....	123
<b>Інноваційні технології формування професійної компетентності та її складових у майбутніх випускників ЗВО</b>	
<i>Денис Юрійович Лебедь, Ірина Володимирівна Хом'юк</i> ПРОБЛЕМА МОТИВАЦІЇ СТУДЕНТІВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТТЯ В ДИСТАНЦІЙНІЙ ФОРМІ НАВЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	126
<i>Олексій Володимирович Кудрик, Ірина Володимирівна Хом'юк</i> ПРОЄКТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗВО.....	130
<i>Віталій Олександрович Басістий</i> СКЛАДОВІ ІННОВАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СУЧАСНОГО ВИКЛАДАЧА ЗВО.....	134
<i>Дмитро Станіславович Кудрявцев, Ірина Володимирівна Хом'юк</i> ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ МОЗКОВОГО ШТУРМУ ПІД ЧАС ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ НА ЗАНЯТТЯХ З ДИСЦИПЛІНИ «ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНЕ ПРОЄКТУВАННЯ».....	138
<i>Катерина Костянтинівна Сівак</i> ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТТЯХ З ДИСЦИПЛІНИ «КОШТОРИСНА СПРАВА».....	141
<i>Віктор Самуїлович Щирба</i> ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОГО ПРОФІЛЮ В УМОВАХ STEM-ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	144
<i>Ірина Анатоліївна Клеона, Надія Борисівна Дубова</i> ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ MAPLE ПРИ ВИВЧЕННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНОГО ЗВО.....	146
<i>Людмила Степанівна Васи́на</i> ПРО ДЕЯКІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОЇ РОБОТИ З МАТЕМАТИКИ.....	150
<i>Олена Валеріївна Слободянюк, Яніна Германівна Скорюкова</i> САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ГЕОМЕТРО-ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ.....	156
<i>Майя Ковальчук</i> ЗМІСТОВІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ.....	160
<i>Ольга Мар'янівна Рибицька</i> РЕФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ІТ ФАХІВЦІВ, ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР ЗРОСТАННЯ ГАЛУЗІ.....	163
<i>Максим Сергійович Баранчук, Максим Дмитрович Мельничук, Максим Дмитрович Мельничук, Юлія Петрівна Юхимчук</i> ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН ЗДОБУВАЧАМИ ОСВІТИ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ».....	165
<i>Марина Олександрівна Мясковська, Софія Віталіївна Дембіцька, Віталій Анатолійович Іванюк, Вадим Віталійович Понеділок</i> ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ПРОГРАМУВАННЯ СТУДЕНТАМИ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ 122 КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ.....	168
<i>Наталія Гиря, Світлана Дімітрова</i> ФОРМУВАННЯ СКЛАДОВИХ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ.....	171
<i>Світлана Романівна Замрозевич-Шадріна</i> ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ.....	173
<i>Сергій Ернстович Агеев</i> ПРОЄКТНИЙ ПІДХІД ДО ДОДАТКОВОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ ІТ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ КОНКУРСНОГО ГРАНТОВОГО ФІНАНСУВАННЯ РЕГІОНАЛЬНИМИ ІТ КОМПАНІЯМИ.....	175

## ТАНГРАМ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ЛОГІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ШКОЛЯРІВ

<sup>1</sup>Подільський науково-технічний ліцей для обдарованої молоді

<sup>2</sup>Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*В роботі подано різні підходи до трактування Танграму, історії його походження, сфери використання, впливу на розвиток логіко-математичної компетентності учнів.*

*Проаналізовано літературні дослідження, в яких розглядаються різні аспекти функціонування головоломки Танграм, внаслідок використання якої учні вчиться аналізувати зображення, виділяти в них геометричні фігури, візуально розбивати цілий об'єкт на частини, і навпаки – складати з елементів задану модель, а найголовніше – логічно мислити.*

*Досліджено місце та значення процесу складання за схемами, що сприяє розвитку посидючості, уваги, уяви, логічного мислення школярів, допомагає їм створювати ціле з частин і передбачати результат своєї діяльності.*

**Ключові слова:** головоломка, гра, логіко-математична компетентність, розвиток, Танграм, учні, фігура, форма.

### **Abstract**

*The paper presents different approaches to the interpretation of Tangram, the history of its origin, scope, influence on the development of logical and mathematical competence of students.*

*Literary studies are analyzed, which consider various aspects of the functioning of the Tangram puzzle, as a result of which students learn to analyze images, highlight geometric shapes, visually break the whole object into parts, and vice versa - to make a given model, and most importantly - think logically.*

*The place and significance of the process of assembling according to the schemes, which promotes the development of perseverance, attention, imagination, logical thinking of students, helps them to create a whole from parts and predict the outcome of their activities.*

**Key words:** puzzle, game, logical and mathematical competence, development, Tangram, figure, shape.

### **Вступ**

Дедалі більшої актуальності набуває сьогодні компетентнісний підхід у навчанні та вихованні школярів. Він передбачає, що педагог має не тільки забезпечити засвоєння учнями певних знань, а й сприяти становленню відповідних компетентностей. Саме тому, головне завдання сучасної загальноосвітньої школи – підготувати компетентну особистість, здатну знаходити правильні рішення у конкретних навчальних, життєвих, а в майбутньому і професійних ситуаціях.

Формування логіко-математичної компетентності школярів – важлива складова частина педагогічного процесу. Допомогти учням в повній мірі проявити свої здібності, розвинути ініціативу, самостійність, творчий потенціал – одне з основних завдань сучасного вчителя. Щоб формувати у школярів бажання математично досліджувати реальний світ, потрібно розвивати в них логічне мислення і творчість [1; 2]. З цією метою ми пропонуємо використовувати в освітньому процесі Танграм.

Танграм – одна з безлічі варіацій ігор, в основу яких покладено рішення логічних геометричних задач на розрізання. Вихідне базове тіло чи фігура розрізається на кілька елементів (танів). Вони

створюють вихідний матеріал, з якого потрібно скласти ту чи іншу фігуру. Відмінність у комбінації вихідних базових елементів породжує цілий клас головоломок як у плоских фігур, так і об'ємних [3; 4].

Головоломка набула популярності завдяки *Восьмій книзі Тана*, вигаданій історії танграму, яка стверджувала, що гра була винайдена 4 000 років до того богом Таном. Книга включала 700 фігур, деякі з яких можливо вирішити [5].

Після цього головоломка досягла Англії, де стала дуже популярною, і швидко поширилась на інші європейські країни. Це відбулось переважно завдяки двом британським книгам з танграмами: *Модна китайська головоломка* та книзі-доповненню з розв'язками, *Ключ*. Невдовзі набори танграм почали в значних кількості експортуватись з Китаю, де їх робили з різних матеріалів – скла, дерева, панцирів черепах [6; 7]. Багато цих незвичних та дорогих наборів попали до Данії і датський інтерес до танграмів вистрелив близько 1818 року, коли було надруковано дві книги з цими головоломками [6]. Перша з них – *Мандарини*, написана студентом Копенгагенського університету, нехудожній твір про історію та популярність танграмів. Друга – *Нова китайська головоломка*, що складалася з 339 головоломок, скопійованих з *Восьмої книги Тана*, і однієї оригінальної.

Фактором, який сприяв популярності гри у Європі, було те, що хоча римокатолицька церква і забороняла багато видів розваг у неділю і святкові дні, вона не заперечувала такі головоломки, як танграм.

Друга хвиля популярності (Німеччина та США, 1891–1920 рр.). Німецькій публіці танграми були вперше презентовані промисловцем Ф. А. Ріхтером, засновником фабрики Anker, у 1891 році. Як і інші головоломки фабрики (будівельні набори Anker), набори для танграму виготовлялись з каміння або штучної кераміки та продавались під назвою «головоломка Anker».

На міжнародному рівні Перша світова війна сприяла значному відновленню інтересу до цієї гри, в яку грали і вдома, і в окопах усі сторони конфлікту. Протягом цього часу, гра деколи була відома під назвою «Сфінкс» як альтернатива до наборів «головоломок Anker».

Третя хвиля популярності (Німеччина/Голландія, з 1976 р.). З середини 1970-х років почалося відновлення популярності гри, коли видавництво DuMont почало випускати кишенькові книжки з головоломками двома мовами – німецькою та голландською, в яких представлено близько 1600 фігур. Подібні ігри популярні і зараз, їх виготовляють і продають по всьому світі.

## Результати дослідження

Тема нашого дослідницького проекту: «Знайомство з головоломкою – Танграм».

Танграм – старовинна східна головоломка. З нею школярі вчаться аналізувати зображення, виділяти в них геометричні фігури, візуально розбивати цілий об'єкт на частини, і навпаки – складати з елементів задану модель, а найголовніше – логічно мислити. Складання за схемами сприяє розвитку посидючості, уваги, уяви, логічного мислення школярів, допомагає їм створювати ціле з частин і передбачати при цьому результат своєї діяльності. Всі ці навички необхідні школярам під час навчання в школі, та й у дорослому житті. Саме це і стало поштовхом до дослідження та аналізу даної теми.

Пристаюючи до дослідження, ставили за мету розглянути такі питання, як:

- правила використання танграм;
- вправи з танграмом;
- як зробити та застосувати танграм.

Незважаючи на те, що про східну головоломку танграм заговорили лише нещодавно, вже зрозуміло, що гра дуже корисна. Вона допомагає розвивати логічне мислення, уяву, увагу та комбінаторні здібності, оскільки учень складає модель із семи геометричних фігур як мозаїку. Тож розглядати її як засіб навчання – гарна ідея!

Суть цієї головоломки полягає в тому, щоб зібрати різні фігурки з представлених елементів за принципом мозаїки. Найпоширенішими фігурами є фігури людини та тварин.

Усього нараховано близько 7000 комбінацій зі складання фігур.

Для розв'язання головоломки, потрібно дотримуватися всього двох правил:

1. Під час складання фігури необхідно використати всі 7 елементів танграма;
2. В результаті гри фігури не мають перекривати одна одну.

Збирати танграм можна, використовуючи запропонований зразок або можна створювати нові фігури, відштовхуючись від своєї фантазії та уяви.

На перший погляд, іграшка здається примітивною. Насправді, її складові, «тани» створені за чіткими математичними закономірностями – відтак їхнє поєднання дозволяє розв'язати безліч геометричних завдань.

Гра ТАНГРАМ поєднує в собі:

- 1) елементи математики, творчості;
- 2) розвиває логічне мислення; просторову уяву; візуальне сприйняття.

Дії з геометричними фігурами перетворюють навчання у захоплюючий процес, роблять його наочним і тим самим полегшують усвідомлення змісту геометричного матеріалу.

Користь танграма полягає в тому, що складання фігур за схемами сприяє розвитку образного мислення, уяви, комбінаторних здібностей, посидючості, уважності, логічного мислення школярів, допомагає їм створювати ціле з частин і передбачати при цьому результат своєї діяльності, вчить дотримуватися правил і діяти за інструкцією.

Танграм можна використовувати для дітей різної вікової категорії. Так, як танграм сприяє гарному розвитку абстрактного мислення, то він допоможе підготувати дошкільнят до майбутньої школи. Внаслідок використання танграму дитина вчиться аналізувати зображення, виділяти в них геометричні фігури, візуально розбивати цілий об'єкт на частини, і навпаки – складати з елементів задану модель, а найголовніше – логічно мислити. Діти старшого шкільного віку можуть сміливо братися за складніші схеми головоломки, наприклад, фігури людей або тварин у русі, а також, пробуючи підбирати силуети цифр та літер.

## Висновки

Основні завдання вивчення, наприклад геометричного матеріалу, полягають в тому, щоб створити у дітей чіткі і правильні геометричні образи, розвинути просторові уявлення, озброїти їх навичками креслення і вимірювання, що мають велике життєво – практичне значення, і тим самим підготувати учнів до успішного вивчення систематичного курсу геометрії. Крім того, завдання з геометричного матеріалу, якими раніше нехтували є досить важливими, так як вони дійсно показують учневі можливість практичного застосування математичних знань.

Особливий зміст геометричного матеріалу, спрямований на формування досить повної системи геометричних уявлень (що включає образи геометричних фігур, їх елементів, відносин між фігурами, їх елементами) [8]. Саме завдяки цьому формуються уява та просторові уявлення, розвивається мислення та мова дітей, запроваджується ціленаправлена робота по формуванню важливих практичних навичок.

Танграм може застосовуватися на уроках математики для:

- отримання початкових відомостей про геометрію;
- знайомства з найпростішими геометричними фігурами: квадрат, трикутник, ромб;
- знайомства з кутами;
- порівняння фігур за формою, розміром, площею;
- складання з декількох фігур нової геометричної фігури: з двох трикутників – ромб, трикутник, квадрат, з трьох – трикутник, трапецію, паралелограм і т.д.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Хом'юк В. В. Розвиваючі логічні завдання з вищої математики як інструмент реалізації моніторингу навчальних досягнень майбутніх інженерів / В. В. Хом'юк, І.В.Хом'юк // Теоретико-методичні основи розвитку освіти і управління навчальними закладами : матеріали I Всеукраїнської науково-методичної веб-конференції (23 грудня 2015 року, м. Херсон) : в 2 ч. / за ред. Кузьменка В.В., Слюсаренко Н.В. – Херсон : КВНЗ «Херсонська академія неперервної освіти», 2015. – Ч. II. – С.169 – 173.

2. Хом'юк В.В. Шкільна математична освіта в Україні та за кордоном в контексті формування математичної компетентності майбутніх інженерів / В.В.Хом'юк // Науковий вісник Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії ім. Тараса Шевченка. Серія: Педагогіка // За заг. ред. Ломаковича А.М., Бенери В.Є. – Кременець : ВЦ КОГПА ім. Тараса Шевченка, 2017. – Вип. 8. – С.183–191.

3. Ботерманс Джек. Світ ігор: їх походження та історія, як у них грати та як їх зробити (переклад Weld vol spelletjes) / Ботерманс Джек та ін. – Нью-Йорк: Факти у справі, 1989.
4. Анно Міцумаса. Ігри з математики Анно (три томи) / Анно Міцумаса. – Нью-Йорк: Philomel Books, 1987.
5. <https://chess-progress.ru/uk/kazualnye/lisa-iz-geometricheskih-figur-tangram-tangram-shemy-i-figury.html>.
6. Слокум Джеррі. Головоломки старого та нового: як їх скласти та вирішити / Слокум Джеррі та ін. – Де Меерн, Нідерланди: Міжнародне пленарне видання (Європа); Амстердам, Нідерланди: ADM International; Сіетл: Поширення Університету Вашингтона, 1986.
7. Daniel Picon: Tangram. Spielen – denken – lernen. Mehr als 1000 Aufgaben und Lösungen; 2004.
8. Мануальні дії в освітньому просторі з TANGRAM і LEGO : збірник вправ / укл. Г. М. Бондар. – Суми: НВВ СОІППО, 2020. – 78 с.

**Хом'юк Віктор Вікторович** – к. т. н., доцент, доцент кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com);

**Грижинку Катерина** – учениця Подільського науково-технічного ліцею для обдарованої молоді, м. Вінниця, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com);

**Христіна Діана** – учениця Подільського науково-технічного ліцею для обдарованої молоді, м. Вінниця, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com).

**Viktor V. Khomyuk** – PhD, Department of Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Khmelnytske shose, 95, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com);

**Hryzhenku Catherine** – student of Podilskyi Scientific-Technical Lyceum for talented youth, Vinnytsia, Soldiers-internationalists, 9, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com);

**Khrystina Diana** – student of Podilskyi Scientific-Technical Lyceum for talented youth, Vinnytsia, Soldiers-internationalists, 9, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com)



## **ІНТЕРАКТИВНІ ПРЕЗЕНТАЦІЙ ЯК ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Проаналізовано доцільність використання інтерактивних презентацій на прикладі додатку Mentimeter як інформаційно-комунікаційної технології навчання.*

**Ключові слова:** інформаційно-комунікаційна технологія, інтерактивні презентації.

### **Abstract**

*The expediency of using interactive presentations on the applied positive Mentimeter as a part of information and communication technology of training is analyzed.*

**Keywords:** information and communication technology, interactive presentations.

### **Вступ**

Сучасна освітня система інформаційного суспільства формується завдяки інформатизації освіти внаслідок впровадження та використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Впровадження ІКТ в освітній процес зараз – вимога часу. Щодня кількість нової інформації збільшується, з'являються нові теорії і погляди. І традиційні технології в сучасній системі освіти вже не можуть забезпечити ефективну трансформацію знань та навичок. Освоєння засобів інформаційних технологій викладачами сприятиме виведенню освітньої діяльності на якісно новий, інноваційний рівень та забезпечить інтенсифікацію й оптимізацію особово-професійного розвитку студента [1; 2].

Проблеми створення, моделювання та проектування інформаційно-освітнього середовища стали предметом цілого ряду досліджень (А.Андреев, М.Башмаков, В.Биков, С.Григор'єв, Ю.Жук, І.Захарова, Д.Качалов, О.Кузнецов, Є.Огородніков, С.Панюкова, Л.Панченко, Е.Полат, І.Роберт та ін.). У цих дослідженнях формуються різні підходи до розуміння сутності, структури і складу компонентів середовища, їхніх функцій, а також розвивається понятійно-термінологічний апарат даної області.

Багато відомих науковців, серед яких Н. Балик, Р. Горбатюк, В. Клочко, Ю. Триус, В. Сидоренко, В. Розумовський, С.Раков, Н.Морзе В.Монахов та ін. зробили визначний внесок у розробку питань, пов'язаних із застосуванням комп'ютерних технологій в освітньому процесі.

Метою роботи є репрезентувати використання інтерактивних презентацій на прикладі додатку Mentimeter.

### **Результати дослідження**

У наш час презентації стали однією з ключових аспектів інформаційної технології навчання. Завдяки їм викладач може структурувати матеріал за допомогою оформлених слайдів, що значно підвищує увагу аудиторії та сприяє кращому засвоєнню матеріалу.

Раніше під час виступу використовувалися плакати, малюнки, схеми, посібники та ін. З розвитком інформаційно-комунікаційних технологій стало доцільно використання комп'ютерних презентацій. Комп'ютерна презентація – це електронний документ, який містить комплексний мультимедійний вміст і особливі засоби керування їх відтворенням, створюється за допомогою спеціальних програм таких як Microsoft PowerPoint, Apple Keynote, Prez та інші [3].

Мультимедіа – це одночасне використання різних форм подання інформації (тексту, графіки, звуку, відео, анімації). В. Коваленко відзначає, що впровадження ІКТ в освітній процес сучасної школи є

потребою часу, так як «учитель повинен уміти структурувати елементи навчального матеріалу, інтегрувати різнопредметні знання, максимально застосовувати образотворчу ілюстрацію, відеотехніку та комп'ютерну графіку, анімацію, використовувати методи проблемного навчання, діалогічні форми навчання тощо» [4].

Вміння якісно презентувати матеріал є важливою складовою професіоналізму фахівця з будь-якої галузі. Презентація підсилює виступ доповідача через візуальне сприйняття інформації, тому дуже важливою є структура та стиль доповіді.

Виступ можна поділити на етапи:

- встановлення швидкого контакту з аудиторією;
- вступ, який передбачає ознайомлення аудиторії з темою доповіді, пояснення мети презентації, пропозиції щодо можливості обговорення під час або після виступу (5-10 %);
- основна частина, тобто, безпосередньо сам виступ, де доповідач повинен чітко, лаконічно, цікаво подавати свій матеріал, чути питання і вміло давати на них відповіді (70-85 %);
- резюме, під час якого стає зрозуміло, що виступ прямує до завершення (5-10 %);
- висновок, під час якого ставиться логічна крапка доповіді; який має бути коротким, логічним і обов'язково оптимістичним (5-10 %) [5].

З розвитком технологій суспільство все частіше використовує даний вид подання матеріалу не тільки в освітньому процесі, але й під час бізнес-зустрічей, масових заходів та ін. На жаль, під час презентації, лектор майже не має змоги комунікувати з великою аудиторією і від цього втрачається зворотній зв'язок між викладачем та студентами. Навіть у невеликих групах буває потреба отримати від учасників миттєвий, одночасний і анонімний зворотний зв'язок про те, як вони зрозуміли навчальний матеріал, які мають запитання або що із запланованого хотіли б обговорити насамперед. Проблема зворотнього зв'язку стала більш нагальною внаслідок епідеміологічної ситуації, що зумовлена захворюванням COVID-19. За таких обставин заклади освіти були змушені переходити на дистанційний формат, який зрозуміло не можна уявити без використання інформаційних технологій. Завдяки пандемії були транспоновані не тільки основні методологічні аспекти організації онлайн навчання, але й ресурси освітніх установ, які покликані перетворити формальну освіту в онлайн за допомогою інформаційних технологій [6].

Для вирішення поставлених завдань почали досить широко використовувати розроблені додатки інтерактивних презентацій. Даний вид презентацій дозволяє комунікувати із всією аудиторією за допомогою єдиного додатку. Таким чином, лектор або доповідач може створювати інтерактивні опитування, завдяки яким отримувати цінну інформацію стосовно думки слухачів.

Один із прикладів додатків інтерактивних презентацій є додаток Mentimeter [7], який є онлайн-сервіс для створення та проведення миттєвих опитувань в аудиторії.



Рис. 1. Приклад інтерактивного опитування за допомогою додатка Mentimeter.

Студенти можуть легко заходити в Mentimeter, бо для участі в опитуванні їм достатньо зайти на сайт [menti.com](https://www.menti.com) або у додаток Menti на телефоні і ввести 6 цифр або просто відсканувати QR-код, який під час створення опитування генерується автоматично, тобто викладачеві легко зробити інструкцію для участі в конкретному опитуванні і розмістити її на слайді.

Проводячи коротке опитування на початку тематичного блоку і наприкінці, легше діагностувати досягнення на кожному з етапів навчання, а також вчасно виявляти проблеми й запобігати їх нагромадженню, підтримувати бажання навчатися. Завдяки частим опитуванням у студентів виробляється звичка перевіряти себе, не боятися помилок, рефлексувати над тим, чого вони навчилися, виявляти власні прогалини, натомість викладач отримує підґрунтя для того, щоб влучати своїми поясненнями точно в ціль – обговорювати на занятті не теорію, а реальний досвід взаємодії цієї групи з конкретним навчальним матеріалом [8].

Використання даного додатку дає можливість:

- викладач може створювати необмежену кількість опитувань різного типу за різними кодами доступу, а також організувати їх у своєму профілі в папки;
- можна створювати онлайнві презентації із необмеженою кількістю текстових слайдів, до яких можна додавати також зображення чи лінки, а також вбудовувати відео і, звичайно, додавати опитування;
- для створення та демонстрування опитувань чи слайдів у Mentimeter потрібен безперебійний доступ до інтернету;
- для участі в опитуваннях учасники мають увійти зі свого пристрою (мобільний телефон, планшет, комп'ютер) на сайт [menti.com](http://menti.com) або ввести цифровий код опитування у скачаний заздалегідь застосунок;
- немає обмежень на кількість учасників, які беруть участь в опитуваннях, тому цей інструмент можна використовувати навіть під час проведення великих потокових лекцій.

Даний додаток можна використовувати повноцінно: як для створення презентацій, так і для інтерактивності, так і для інтегрування інтерактивності для вже створених презентацій в інших редакторах таких як PowerPoint.

### Висновки

Використання даного типу додатків сприяє активному слуханню доповідача і надає можливість взаємодіяти з аудиторією в умовах реального часу, брати участь в обговоренні під час доповіді або презентації. Це значно підвищує зацікавленість слухачів, тим самим, збільшуючи відсоток засвоєного матеріалу.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Хом'юк І.В. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі навчання вищої математики у технічних ЗВО / І. В. Хом'юк, С.А.Кирилащук, В.В.Хом'юк // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: педагогіка і психологія, 2022. – № 64 . – С.21-28.
2. Khomyuk V.V. Information and communication technologies in the process of studying mathematics : modern challenges : Collective monograph. Vol. 2. Venice, Italy, 2022. P. 302-311.
3. Presentation – [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://en.wikipedia.org/wiki/Presentation>.
4. Коваленко В. В. Проблема розвитку компетентності педагогічних працівників з використанням web-орієнтованих мультимедійних технологій у педагогічній теорії і практиці. Інформаційні технології і засоби навчання, №1(57), С. 195. 2017. URL:<https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1541/1138>.
5. Роль презентацій в навчальному процесі – [Електронний ресурс] - режим доступу: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/05/260.pdf>
6. Хом'юк І. В. Використання технології змішаного навчання на заняттях з вищої математики у технічних ЗВО / І. В. Хом'юк, С.А.Кирилащук, В.В.Хом'юк // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: педагогіка і психологія, 2020. – № 64 . – С.21-28.
7. Mentimeter – [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.mentimeter.com>
8. Мобільні опитування в навчальній аудиторії (Polleverywhere і Mentimeter). – [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://ceit-blog.ucu.edu.ua/ed-tech/online-polls-pollev-menti/>

**Солоний Максим Андрійович** – аспірант групи 122-21а, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [unreal9981@gmail.com](mailto:unreal9981@gmail.com)

**Хом'юк Віктор Вікторович** – к. т. н., доцент, доцент кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com)

**Кирилащук Світлана Анатоліївна** – к. пед. н., доцент, декан факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [ksa07750@gmail.com](mailto:ksa07750@gmail.com)

**Solonyi Maksym A.** – graduate student, Department of Information Technology and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : [unreal9981@gmail.com](mailto:unreal9981@gmail.com)

**Khomyuk Victor V.** – Associate Professor the department of Higher mathematics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com)

**Kyrylashchuk S. A.** – Associate Professor the department of Higher mathematics Dean of the Information Technology and Computer Engineering Department Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: [ksa07750@gmail.com](mailto:ksa07750@gmail.com)

## ЩОДО ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕАТРАЛЬНОЇ ПЕДАГОГІКИ В МЕТОДОЛОГІЮ ВИКЛАДАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

<sup>1</sup> Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

### **Анотація**

*Обґрунтовано доцільність впровадження елементів театральної педагогіки в методології викладання дисципліни «Вища математика», розглянуто умови їх успішної імплементації, виокремлено переваги застосування обраних методів та прийомів.*

**Ключові слова:** вища математика, театральна педагогіка, методологія викладання, навчальний контент, дистанційне навчання

### **Abstract**

*The expediency of introducing elements of theatrical pedagogy in the methodology of teaching the discipline "Higher Mathematics" is substantiated, the conditions of their successful implementation are considered, the advantages of using selected methods and techniques are highlighted.*

**Keywords:** higher mathematics, theater pedagogy, teaching methodology, educational content, distance learning.

### **Вступ**

Сучасний навчальний процес передбачає швидкі та, практично, одночасні зміни як навчального контенту, так і структури заняття. Процес навчання доводиться адаптувати до зовнішніх реалій дистанційного навчання з урахуванням технічних проблем, постійного стресу в умовах воєнного стану, необхідності коригування навчальної програми. За таких умов усталені педагогічні засоби та методи не спрацьовують, як і новітні інноваційні технології та підходи в освіті [1]. Разом із тим залишається актуальною якість освітнього процесу, повнота засвоєння студентами контенту дисципліни «Вища математика», яка є базовою для багатьох технічних спеціальностей. Для вирішення цієї задачі видається доцільним впровадження елементів театральної педагогіки в традиційну структуру лекційних і практичних занять [2]. Проте на сьогодні досвід впровадження елементів театральної педагогіки в технічні дисципліни, особливо в умовах дистанційного навчання, вивчений не достатньо.

Метою роботи є обґрунтування доцільності та переваг імплементації деяких елементів театральної педагогіки в методологію викладання «Вищої математики», виокремлення умов їх успішного впровадження та застосування в навчальному процесі.

### **Основна частина**

Викладання «Вищої математики» в умовах дистанційного навчання вимагає від викладача переосмислити методику викладання, вдосконалювати свої інформаційні вміння та навички, докладати додаткових зусиль до підтримки вмотивованості здобувачів освіти, усвідомлювати негативні наслідки, аналізувати реальний стан речей (наприклад, втрату безпосереднього контакту викладача із здобувачами вищої освіти) [3].

Театральна педагогіка розглядає кожне заняття як драматичний твір [4], що розвивається за класичним сюжетом: вступ – зав'язка, перипетії (основна частина), кульмінація, розв'язка. Власне, ці елементи цілком відповідають традиційному наповненню заняття з дисципліни «Вища математика», проте лише їх не достатньо для повноцінної співпраці між учасниками освітнього процесу, що є однією із умов для підвищення якості освіти [3]. Театральна педагогіка дозволяє імплементувати в традиційну структуру позасюжетні елементи (опитування, вхідний контроль, бліц-повідомлення, алюзії на попередній матеріал), ліричні відступи (відомості про міжпредметні зв'язки, практичне застосування), додаткові сюжетні лінії або прийому «сюжет в сюжеті» (відео приклади).

Традиційне лекційне заняття можна доповнити епілогом (наприклад, підбиття підсумків за кількома попередніми заняттями), прологом (запропонувати студентам пригадати шкільний матеріал з

теми заняття і вже на його основі будувати лекційний матеріал), діалогами (наприклад, «мозковий штурм» замість традиційного пояснення розв'язування запропонованого прикладу).

Практичне заняття доцільно розпочинати з експозиції – вхідного контролю (теоретичні поняття, визначення, основні формули). Проте викладач, опираючись на готовність студентів до активної роботи, може перетворити контроль на підбиття підсумків, перенісши його на кінець заняття – пролог. В якості позасюжетних елементів можна запропонувати студентам роздумати над можливістю застосування тих чи інших задач в їх основній діяльності (роздум), самостійно пояснити шлях розв'язання завдання, аргументувати вибір того чи іншого методу (зміна рольових позицій [5]). В такий спосіб здобувач освіти перетворюється з пасивного виконавця (дійова особа) в співавтора заняття (активний творець). В такий спосіб викладач активує творче самопочуття студентів, переходить від функції «передавач знань» до функції «актуалізатора розвитку» [5].

Переваги впровадження елементів театральної педагогіки в методологію викладання вищої математики очевидні: мобільність структури заняття, швидка зміна ходу заняття відповідно до реакції студентів (заміна, видалення чи впровадження позасюжетних елементів не шкодить загальному змісту заняття, оскільки лише доповнює його), варіативність змістових та структурних елементів, збагачення інноваційної культури викладача, налагодження більш тісного зв'язку учасників освітнього процесу, розвиток креативності здобувачів освіти, формування проактивної позиції.

Разом із тим, вдала імплементація можлива лише за дотримання певних умов: достатня інноваційна та комунікаційна культура викладача, наявність опорного конспекту-сценарію, структурування навчального контенту за елементами сюжету, відповідність структури сюжету та позасюжетних елементів навчальній меті.

### Висновки

Таким чином, впровадження елементів театральної педагогіки в методологію викладання вищої математики розширить педагогічний арсенал викладача, його інноваційну культуру, дозволить адаптувати навчальний контент до реалій дистанційного навчання в умовах воєнного стану, сформує більш тісний зв'язок між учасникам освітнього процесу, що, своєю чергою, сприятиме покращенню якості освіти в цілому.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Царева О. С. Аспекти розвитку інноваційної культури педагога технічного вузу/ О. С. Царева, Н. Д. Подубинська// Інноваційні технології в освіті. Матеріали Міжнародної науково-теоретичної конференції, [Івано-Франківськ], 9-11 квітня 2019 р. – Івано-Франківськ, 2019. – С. 253-254
2. Царева О. С. Застосування елементів театральної педагогіки при викладанні для студентів технічних спеціальностей/О. С. Царева, Н. Д. Подубинська, І.З. Савчин// Наукові відкриття та фундаментальні наукові дослідження: світовий досвід: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, [Полтава], 20 травня 2019 р. – Полтава, 2019. – С. 40-42
3. Гришко О. М. Про дистанційне викладання вищої математики в умовах карантину/ О. М. Гришко, В. А. Гураль// Дистанційна освіта в Україні: інноваційні, нормативно-правові, педагогічні аспекти. – 2021. - № 1. – С. 131-133
4. Коваль П. Використання театральної драматургії у навчально-виховному процесі – запорука високоякісної професійної підготовки майбутніх фахівців/ П. Коваль// Обрії. – 2015. - №2. – С. 57-60
5. Серeda Н. В. Елементи театральної педагогіки у формуванні педагогічної майстерності// Н. В. Серeda// Теорія і практика управління соціальними системами. – 2011. - №2. – С. 48-54

*Царева Олександра Степанівна* — асистент кафедри прикладної математики, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ

*Семенчук Андрій Васильович* — канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри прикладної математики, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ

*Tsareva Oleksandra S.* — Assistant of the Department of Applied Mathematics, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk

*Semenchuk Andrii V.* — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of the Department of Applied Mathematics, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk

## ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОРГАНІЗАЦІЇ ОНЛАЙН ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ЗВО

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*У статті розглянуто використання інноваційного підходу в онлайн системі вищої освіти. Визначено умови технічної реалізації розвитку інноваційних рішень у професійній діяльності педагога. Виділено умови, які сприяють можливості динамічного проведення інтерактивних занять онлайн.*

**Ключові слова:** інновації; викладач; система вищої освіти; онлайн; інтерактивне навчання.

### **Abstract**

*The article discusses the use of an innovative approach in the on-line system of higher education. Designed to understand the technical implementation of the development of innovative solutions in the professional activity of a teacher. Seen mind, how to capture the possibility of a dynamic and interactive take on-line.*

**Key words:** innovation; vikladach; system of high lighting; on-line; interactive teaching.

### **Вступ**

Сучасний погляд на процес створення, поширення та використання нових засобів розглядають в системі освіти як інновацію. У перекладі з грецької мови «інновація» означає оновлення, новизна, зміна. Вперше, акцент на це поняття з'явився у зарубіжних дослідженнях ХІХ сторіччя.

Освітня інновація є однією з компонентів інновації, вона складається з психолого-педагогічної, соціально-економічної та науково-виробничої новизни. В сучасних умовах вища освіта вимагає від науково-педагогічних працівників опанування та впровадження інноваційних методів навчання й викладання, що ґрунтуються на мультимедійних, інформаційних програмах, системах передавання знань, у тому числі через телекомунікаційні мережі. В аналітичній доповіді ЮНЕСКО [1] зазначено, що у нову інформаційну епоху саме вища освіта має бути фундаментальним елементом прогресу, а інновації у різних сферах суспільної діяльності повинні містити в собі високий динамізм, швидку зміну знань, інформації, технологій.

Безумовно треба зазначити, що впровадження нових технологій навчання та досконале оволодіння ними вимагають певної внутрішньої готовності як викладачів, так і здобувачів вищої освіти до серйозних перетворень, що відповідають умовам швидкозмінного інформаційного суспільства [2].

Трактуючи «інноваційне освітнє середовище» В. А. Ясвин ще у 2001 році [3] підкреслював, що саме особистість викладача являє собою цілу систему, яка впливає на формування особистості студентів на власному прикладі й дає можливості розвитку цієї особистості. Так само пояснює термін і науковець М. В. Бичко, яка стверджує, що перспективи розвитку інноваційного виховання залежать, з одного боку, від інноваційного потенціалу закладу вищої освіти, а з іншого боку – від інноваційного потенціалу педагогічного колективу [3].

Метою роботи є визначення ролі інноваційної підходу в освітньому процесі та у системі освіти, як в цілому, так і в процесі вивчення конкретних технічних дисциплін у ЗВО.

### **Результати дослідження**

Сьогодні світ стає все складнішим, що вимагає вміння вирішувати складні проблеми, критично ставитися до обставин, порівнювати альтернативні точки зору та приймати зважені рішення. Здатність мислити критично є навичкою, яку треба формувати, розвивати в процесі навчання та виховання студентів.

Критичне мислення – це складний процес, що починається із залучення інформації, її критичного осмислення та закінчується прийняттям рішення. Методики критичного мислення пройшли апробацію в різних країнах. За В.О.Сухомлинським, розвиток критичного мислення – це невід'ємна

складова розумового виховання, разом із тим – це активне ставлення до явищ навколишнього життя, прагнення пізнавати і знати; системність, тобто цілеспрямований відбір об'єктів пізнання, понять, висновків; дисциплінованість, гнучкість, самостійність, критичність [4]. В.О.Сухомлинський радив виховувати в учнів прагнення пізнавати навколишній світ, виконуючи складні розумові операції: аналіз, синтез, порівняння, узагальнення; бачити причинно-наслідкові зв'язки; самостійно, без зовнішнього тиску оцінювати явища навколишньої дійсності. розвивати вміння доказово відстоювати свої думки і погляди, прагнення своєю розумовою та іншою працею щось довести, утвердити, відстояти; спостерігати, досліджувати, робити власні висновки з явищ навколишнього життя.

Враховуючи як загальні тенденції, так би мовити «абсолютні» постулати педагогічної роботи, необхідно звертати увагу на добре проаналізовані і розроблені методично, рекомендації активних методів навчання на формування умінь самостійної роботи майбутніх інженерів [5]. Сформована у даній монографії система формування умінь самостійної роботи засобами ігрових форм з вищої математики добре корелюється і з іншими технічними дисциплінами, що викладаються у ВНТУ кафедрою інформаційних радіоелектронних технологій і систем. Наприклад, «Теорія електричних кіл і сигналів», «Схемотехніка», «Сенсори фізичних величин» та інші, де використовуються програмні продукти Multisim. Цепрограмне забезпечення промислового стандарту, що підтримує SPICE. Воно застосовується для моделювання та програмування схем для аналогової, цифрової та силової електроніки в галузях освіти та досліджень і дуже добре адаптується для роботи зі студентами в онлайн форматі.

Тут необхідно зауважити, що освітній процес у 2020-2021 роках, в основному, проводився в онлайн форматі, оскільки пандемія COVID-19 внесла свої корективи в освітній процес ЗВО, стала причиною впровадження дистанційного навчання, сприяла впровадженню інноваційних інтерактивних методів в освітній, а у 2022 – у зв'язку з початком війни в Україні. При цьому використання ресурсів Google Meet на платформі JetIQ ВНТУ довело свою ефективність [6; 7; 8].

Особливо звертаємо увагу на використання інструментів, представлених ресурсом Google Meet у режимі відеоконференції. Так, використання Jamboard, нової інтерактивної дошки, дозволяє реалізувати ряд способів покращення онлайн занять за допомогою Google Jamboard у трьох основних напрямках: взаємозв'язок, співпраця та продуктивність.

1) Інтеграція з Hangouts Meet. Google Jamboard інтегрується з Hangouts Meet для того, щоб викладач мав можливість взаємодіяти та працювати з будь-яким студентом, незалежно від його місцезнаходження. Для забезпечення високої якості зв'язку, Jamboard оснащено ширококутовою камерою, вбудованим мікрофоном та подвійними динаміками.

Також нещодавно прес-служба Google оголосила, що користувачі Google Workspace (ex. G Suite), які настроюють Hangouts Meet, зможуть додавати одночасно до 50 користувачів на одному конференц-дзвінку, що дозволяє залучати ще більше учасників до обговорення.

2) Сприяння організації навчального заняття по типу «мозковому штурму» з будь-якого телекомунікаційного пристрою.

Це дозволяє не перебиваючи хід заняття, висловлювати, доповнювати, вносити корективи при спільній роботі над завданням всіх учасників, висловлюючи свої думки на дошці програми Jamboard. Всі пропозиції можна додати листа з ідеями Jamboard в режимі реального часу.

Програма може бути завантажена з AppStore або Play Market на мобільні пристрої, планшети, що дуже зручно у разі відсутності у студентів доступу до стаціонарних комп'ютерів.

3) Google Jamboard – це новий інструмент сімейства Google Workspace (ex. G Suite), що надає можливість синхронізувати дошки з презентаціями, документами, таблицями і Google Диском. Крім того, також можна зберегти свої jams на Google Диску, щоб оперативно загрузити необхідні матеріали під час онлайн та переглядати нотатки з попередніх завдань.

4) Підвищення продуктивності заняття оперативним пошуком в Інтернеті довідкового або ілюстративного матеріалу прямо з дошки Google, без необхідності використання телефону або ноутбука поруч та зберігати необхідну інформацію на дошці, в якій працює група та викладач. Крім того, можна закріпити частину веб-сторінки та зберегти її на диск або використати зображення з бази даних Google, які не захищені авторськими правами та повністю доступні для візуалізації власних думок.

5) Запис заняття, є можливість записувати семінари та зберігати їх на Google Drive, а також можливість участі студентів як глядачів, таким чином. Крім того, як викладач так і студенти можуть приєднатися до сесії з будь-якого девайсу, незалежно від географічного розташування на момент дзвінка [9].



## Висновки

До основних переваг впровадження цього інноваційного рішення в освітній процес можна віднести:

- необмежені можливості щодо роботи з ескізами великих розмірів, таблицями, діаграмами; редагувати та змінювати їх можна в реальному часі під час заняття;
- наявність мобільного додатка для IOS та Android завдяки чому до поточного сеансу може підключитися кожен студент незалежно від телекомунікаційного пристрою, що використовується;
- мобільність та портативність. Jamboard – це компактний та легкий девайс, який можна переміщати з одного приміщення до іншого;
- зручність та простота у використанні. Зайву інформацію можна видалити лише дотиком, також тут є функція розпізнавання рукопису, що є ідеальним для тих, хто не може передати свою думку ескізом;
- незалежність від локації. Працюючи з Jamboard, група може підключитися до зустрічі незалежно від власного розташування, що особливо доречно в даний час, коли активно практикується віддалена робота;
- можливість зберегти результати та автоматично здійснити їх у e-mail –розсилці всім учасникам.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Програма сталого розвитку на період після 2015 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/ed\\_norm/relconf/documents/meetingdocument/wcms\\_221646.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/ed_norm/relconf/documents/meetingdocument/wcms_221646.pdf).
2. Кухаренко В. М. Теорія та практика змішаного навчання : монографія /, за ред. В.М.Кухаренка. Харків : «Міськдрук», НТУ, «ХПІ», 2016. 284с.
3. Інноваційні технології в освітньому процесі / І. В. Хом'юк, В.А.Петрук, О.А.Голук, В.В.Хом'юк: Монографія, Вінниця: ВНТУ, 2020, 88 с.
4. Сто порад учителям / В.О.Сухомлинський. – К. : Рад. шк., 1988. – 304 с.
5. Хом'юк І.В., Петрук В.А. Формування умінь самостійної роботи у майбутніх інженерів засобами ігрових форм. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ - Вінниця, 2004. – 185 с.
6. Хом'юк І. В. Запровадження елементів дистанційного навчання у процесі опанування курсом вищої математики в середовищі системи підтримки навчального процесу JETIQ. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/pmocv/pmocv20/paper/view/10026>
7. Хом'юк І.В. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі навчання вищої математики у технічних ЗВО / І. В. Хом'юк, С.А.Кирилашук, В.В.Хом'юк // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: педагогіка і психологія, 2022. – № 64 . – С.21-28/
8. Хом'юк І. В. Використання технологій змішаного навчання на заняттях з вищої математики у технічних ЗВО / І. В. Хом'юк, С.А.Кирилашук, В.В.Хом'юк // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: педагогіка і психологія, 2020. – № 64 . – С.21-28.
9. <https://cloudfresh.com/ru/cloud-blog/6-sposobov-uluchsheniya-vstrech-s-google-jamboard/>

**Пастушенко Ганна Олександрівна** - аспірантка кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [Anya.past16@gmail.com](mailto:Anya.past16@gmail.com)

**Хом'юк Ірина Володимирівна** - д. пед. н., професор, професор кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com)

**Pastushenko Hanna Oleksandrivna** - postgraduate student of the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnitsa National Technical University, city of Vinnitsa, e-mail: [Anya.past16@gmail.com](mailto:Anya.past16@gmail.com)

**Khom'yuk Irina V.** - Doctor of Science (Ped.), Professor of Higher Mathematics Department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: [vikiraivh@gmail.com](mailto:vikiraivh@gmail.com)

## ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ВИКЛАДАННЯ ІНФОРМАТИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГІЙ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Розглянуто роль інноваційного підходу в системі освіти. Досліджено основні аспекти використання сучасних інтернет технологій у навчанні. Створено систему для допомоги у навчанні школярів та студентів інформатиці, алгоритмістиці та вирішенню задач.*

**Ключові слова:** автоматизація, алгоритми, Інтернет, інновації, інформатика, структури даних, освіта.

### *Abstract*

*The role of the innovative approach in the education system is considered. The main aspects of the use of modern Internet technologies in education are investigated. A system to help teach schoolchildren and students computer science, algorithms and problem solving was created.*

**Keywords:** the Internet, informatics, automation, algorithms, data structures, educations, innovation.

### **Вступ**

Нинішнє суспільство називають інформаційним, в якому головним продуктом є знання та інформація. Отримання інформації відбувається ще зі школи, адже інформація тісно пов'язана з освітнім процесом [1]. Використання новітніх інформаційно-комунікаційних технологій, робота з різноманітними гаджетами перекладається на якісно новий рівень підготовки та проведення занять, пропонує необмежені можливості.

Інтернет-технології, які активно і так використовувались в освітньому процесі підготовки майбутніх фахівців, здатних реалізувати свої професійні функції в умовах інформаційного суспільства, тепер висувають нові вимоги до викладачів та студентів. Перші, з яких мають бути готовими до максимального сприйняття та освоєння нового рівня ІКТ. Крім того, викладач має володіти якісно новими та досконалими прийомами, навичками педагогічної роботи. Щодо студентів, то ефективне застосування ІКТ в освітньому процесі, визначається не тільки рівнем їхньої електронної грамотності, а в першу чергу, мотивацією їх до самого процесу. Мотивований студент – активний студент. Безумовно ІКТ є одним із засобів організації самостійної пізнавальної діяльності, як сприяють формуванню самостійності студентів, формуванню умінь застосовувати телекомунікаційні технології для успішного розв'язування професійних завдань та компетенцій швидкої орієнтації в інформаційному суспільстві [2].

Слід зазначити, що проблему використання ІКТ досліджували у наукових працях як вітчизняні так і зарубіжні вчені. У низці досліджень вивчалася проблема комп'ютеризації в освіті, а саме: А. Голдберг, Л. Тодорова, А. Сманцер, Г. Дерменджиєва та ін. розглядали психологічні особливості впливу ІКТ; В. Безпалько, С. Смирнова, О. Співаковський, І. Синельник, В. Ляудіс, О. Гокунь та ін. свої дослідження присвятили дидактичним та психологічним аспектам застосування ІКТ; Р. Гуревич, М. Кадемія, Н. Тверезовська, В. Клочко, М. Головня, М. Жалдак, Ю. Рамський та ін. вивчали ІКТ як засіб підвищення пізнавальної активності об'єктів освітнього процесу та необхідні і достатні умови використання ІКТ.

Наукові роботи В. Бикова, О. Смолянінова, Є. Полат, С. Сисоєвої, Р. Гуревича, М. Моїсеєвої та ін. присвячені проблемі використання мультимедійних проєктів в освітньому процесі. Теоретичні основи формування інформаційно-комунікаційних компетентностей розкриті в роботах Б.Бикова, С. Семерікова, Ю. Триуса та ін. [3].

Використовуючи сучасні та інноваційні інтернет-технології вчитель ефективно виконує педагогічні задачі, які складно або неможливо вирішити за допомогою традиційних методів. Проте, незважаючи на це, можливості інтернет-технологій використовуються переважно для пошуку та

підготовки необхідного матеріалу та передачі його студентам і школярам. Проте це не є ефективним, адже студент сам може знайти та вивчити необхідну інформацію.

Останніми роками також використовуються засоби відеозв'язку у освітній діяльності [4]. Це пов'язано з переходом великої кількості закладів освіти на дистанційну форму навчання. Така форма навчання може задовольнити більшість предметів та дисциплін, адже за наявності доступу до мережі Інтернет викладач може вільно надавати інформацію школярам та студентам, а також перевіряти їх знання.

Що ж стосується інформатики, то тут необхідно значно розширити використання мережевих технологій. Це пов'язано з тим, що важливим є також вивчення таких речей, як алгоритми, структури даних. Студент має вміти логічно мислити, розв'язувати нестандартні задачі. Крім того, він має бути спроможним перевірити отриманий розв'язок певної задачі [5]. Особливо це стосується дистанційного навчання або за відсутності можливості викладачу приділити увагу всім студентам.

Виходячи з вищесказаного, актуальним є створення власної системи, яка б дозволяла викладачу не лише проводити дистанційні заняття та поширювати учням необхідну інформацію, а й ефективно вирішувати різного роду педагогічні задачі, а студентам та школярам навчатися інформатиці не лише теоретично.

### Результати дослідження

Сьогодні інтернет займає значне місце у житті людини. Дедалі частіше люди віддають перевагу електронним книгам, бібліотекам. Пандемія COVID-19 привела до різкого переходу ЗВО до дистанційної форми навчання, що стала можливою завдяки упровадженню та використанню інформаційно-комунікаційних технологій. Все це стало можливим завдяки стрімкому розвитку інтернету та інформаційних технологій. В школі інформаційні технології зазвичай асоціюються як технічний розділ шкільного курсу інформатики та як допоміжний засіб для вирішення завдань з різних предметних областей. Вивчення у школах інформатики в подальшому впливає на формування самостійності у пошуку, зборі, аналізі, представленню інформації.

Навчальний заклад і освітній процес сьогодні передбачає нові ролі: вчителя, як консультанта і учня як активного дослідника, що творчо і самостійно працює над розв'язанням освітнього завдання та широко використовує інформаційно-комунікаційні технології для отримання необхідної інформації [6].

Інтеграція інтернет технологій у педагогічний процес дозволяє більш ефективно поєднати освітній процес і діяльність учнівського наукового товариства, підвищити показники навчально-дослідницької культури школярів. Для освіти, науки та педагогіки впровадження інтернет технологій передбачають низку нових можливостей. Особливо це стосується дистанційного навчання [7]:

- Доступність. Щоб почати навчання, достатньо просто мати доступ до інтернету. Не треба їхати до іншого міста чи за кордон – навчатися можна вдома у комфортних умовах. Навчання у такому форматі доступне абсолютно всім незалежно від віку, стану здоров'я, соціальної належності чи достатку. Фактично, онлайн-освіта є зразком ідеального навчання: всі люди мають однакові можливості та права.
- Автоматизація процесу навчання. За допомогою різних онлайн сервісів можна здійснити автоматичне розподілення завдань та їх автоматизовану перевірку.
- Мобільність. Як викладач, так і студент чи учень може знаходитись у будь-якій точці планети та навчатись при цьому. На відміну від традиційного навчання, тут не завжди є потреба бути присутнім, адже можна пізніше переглянути запис заняття.
- Якісне підвищення рівня знань. Під час правильно організації проведення онлайн заняття можна досягнути і кращого показника засвоєння матеріалу, ніж при традиційному підході.
- Покращення професійних навичок. Як студент, так і викладач може покращити свої знання у використанні сучасних інформаційних технологій.

Функції комп'ютера в якості інструменту, що навчає, ґрунтуються на його можливостях точної реєстрації фактів, зберігання і передачі великого обсягу інформації, групування і статистичної обробки даних. Це дозволяє застосовувати його для оптимізації управління навчанням, підвищення ефективності і об'єктивності освітнього процесу при значній економії часу викладача. На сучасному етапі найбільш конструктивним представляється підхід, згідно з яким комп'ютер не слід протиставляти викладачеві, а доцільно розглядати його як засіб підтримки професійної діяльності.

Для педагогічних цілей наразі створюється безліч інтернет-систем, серед яких слід особливо виділити: курси дистанційного навчання; системи, призначені для самоосвіти; навчальні олімпіади, вікторини, методичні об'єднання вчителів, консультаційні віртуальні центри тощо [8-10].

Проаналізувавши приклади подібних систем було створено перелік потрібного функціоналу для розробки власної системи. Були проаналізовані переваги та недоліки аналогів, для врахування їх у власній розробці. Розроблена система є ефективним засобом підтримки викладача у навчанні інформатики. Також вона є зручним інструментом як для учня школи, так і студента ЗВО. Серед можливостей розробленої системи слід виокремити такі найголовніші:

- Створення груп, де викладач може здійснювати навчання різних учнів (студентів).
- Створення уроків в межах групи. Кожен урок представляє собою викладений матеріал з певної теми та кілька задач, які необхідно розв'язати (рис.1).
- Створення тренувань в межах групи. Кожне тренування представляє собою набір задач, які необхідно вирішити за певний час. При цьому у користувача обмежений доступ до інших задач, аби не було змоги використати чужі розв'язки.
- Проведення загальних турнірів із розв'язування задач зі спортивного програмування для всіх бажаючих користувачів системи.

Задачі створює викладач, або додає ті, що вже збережені в системі. Кожна задача включає в себе умову та приклад вхідних і вихідних даних. Суть кожної задачі полягає у тому, що необхідно застосувати знання про якісь алгоритми, структури даних, математичні формули, особливості мови програмування тощо [11]. Коли студент (учень) розв'язує задачу (розв'язування полягає у написанні програми), то він може відправити її на перевірку. Проте перевагою розробленої системи є те, що перевірка здійснюється автоматизовано за незначний час. Користувач може одразу побачити результат. Якщо якийсь тест не пройдений, то користувач може одразу його побачити, проаналізувати та виправити помилку. Усі спроби користувача зберігаються і доступні для перегляду також і викладачу, адже він таким чином може проаналізувати наскільки учень зрозумів матеріал, та в чому йому необхідна допомога. Розв'язок задачі можна надсилати будь-якою мовою, яка підтримується системою (якщо немає обмежуючих вимог зі сторони викладача чи автора задачі).

Незалежно від створених уроків та тренувань користувачі можуть переглядати загальнодоступні теоретичні матеріали та практикуватись у вирішенні алгоритмічних задач у будь-який час, адже всі збережені у системі матеріали є відкритими. Приклад найпростішої задачі наведено на рисунку 2.

The screenshot shows the 'CODEINWEB ALPHA' website. The top navigation bar includes links for 'ГОЛОВНА', 'МОЖЛИВОСТІ', 'ЗАДАЧІ', 'ГРУПИ', 'СПРОБИ', 'ВИБРАНЕ', 'РЕЙТИНГ', 'ТЕОРІЯ', and 'ПРО НАС'. The main header displays 'CODEINWEB ALPHA' and 'Система перевірки задач'. The user profile 'mishatron Вийти' shows 0 solved tasks, 0 rating, and 0 failed attempts. A search bar is present. A poll asks 'Чи корисний цей сайт для вас?' with 'Так' selected. The main content area is titled 'Теорія графів—9 февраля 2020 г.' and is split into 'Теорія' and 'Задачі' tabs. The 'Теорія' tab contains text defining graph theory and its applications in various fields like GIS, architecture, and network engineering. The 'Задачі' tab is currently empty. A 'Зворотній зв'язок' (Feedback) button is at the bottom left.

Рисунок 1 – Приклад створеного уроку

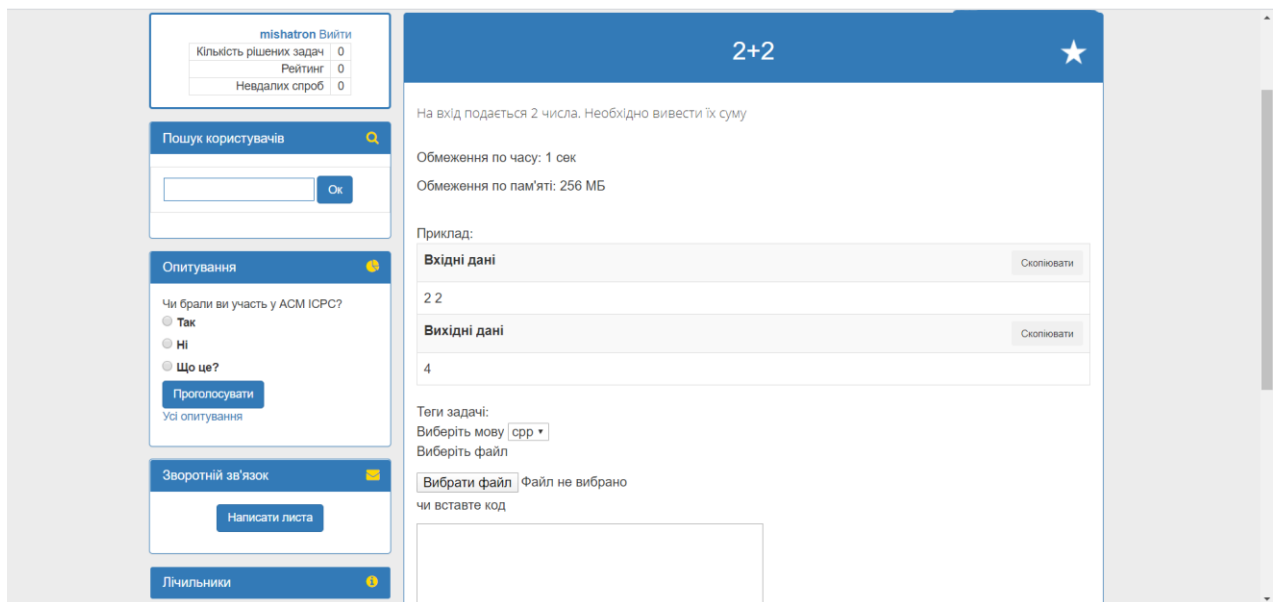


Рисунок 2 – Приклад створеної задачі

Участь в процесі навчання одночасно педагога і комп'ютера значно покращує якість освіти. Використання створеної інноваційної системи активізує процес викладання, підвищує інтерес студентів до дисципліни. При цьому використання автоматизованої перевірки задач дозволяє застосовувати теоретичні знання на практиці, розвивати логічне мислення та здатність до самонавчання. З одного боку, співпраця викладача і комп'ютера робить навчальну дисципліну більш доступною для розуміння різними категоріями студентів, покращує якість її засвоєння. З іншого – вона пред'являє більш високі вимоги до рівня підготовки викладача і його кваліфікації, який має вже не тільки володіти традиційними методиками викладання, а й вміти модернізувати їх відповідно до специфіки учнів, використовуючи сучасні досягнення науки і техніки.

Отже, розроблена система є ефективним засобом підтримки викладача у навчанні, адже дозволяє учням та студентам розвивати свої навички та здобувати знання у галузі інформатики, структурах даних та алгоритмістики, а викладачу – здійснювати дистанційне навчання на високому рівні.

### Висновки

Проаналізовано актуальність використання сучасних інтернет-технологій у освіті. Визначено проблеми та переваги дистанційного проведення занять. Розроблено програмний засіб, що призначений для допомоги викладачу у навчанні школярів та студентів інформатиці, алгоритмістиці та спортивному програмуванню.

Розроблена система дозволяє створювати уроки, задачі, тренування; вивчати теорію та практикуватись у вирішенні різного роду задач. Перевірка задач здійснюється у автоматизованому режимі, що дозволяє викладачу економити час, а студенту (учню) мати багато часу та спроб на вирішення цих задач.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Литвинова С. Г., Тебенко О. В. Хмарні технології. Соціальне середовище програмування TouchDeveloper. Науково-методичний журнал «Комп'ютер у школі та сім'ї». – 2013. – №5. – С. 26.
2. Хом'юк І.В. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі навчання вищої математики у технічних ЗВО / І. В. Хом'юк, С.А.Кирилашук, В.В.Хом'юк // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: педагогіка і психологія, 2022. – № 64 . – С.21-28.
3. Khomyuk I. V., Kyrylashchuk S. A. Use of distance learning technologies in the process of studying further mathematics by future engineers in higher technical education institutions. New impetus for the

advancement of pedagogical and psychological sciences in Ukraine and EU countries: research matters : Collective monograph. Vol. 2. Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2021. P. 308-315.

4. Google Meet [Електронний ресурс] – URL: <https://meet.google.com/>.

5. Дорофеєва Н., Вітвицька С.С. Організація самостійної роботи студентів/ Н. Дорофеєва СС Вітвицька. // Модернізація вищої освіти в Україні та за кордоном. - Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. – с. 154-156.

6. Ковальська О. Управління розвитком інноваційної культури педагогів в ЗНЗ / О. Ковальська // Директор школи, ліцею, гімназії. – 2017. – № 1-2. – С. 143-148.

7. Гораш К. В. Інноваційні складові особистості сучасного педагога / К. В. Гораш // Проблеми підготовки сучасного вчителя : зб. наук. праць Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини / [ред. кол. : Побірченко Н. С. (гол. ред.) та ін.]. – Умань : ФОП Жовтий О. О., 2014. – Вип. 10. – Част. 1. – С. 171 – 180.

8. JetIQ [Електронний ресурс] – URL: <https://iq.vntu.edu.ua/>.

9. Дистанційна підтримка освіти школярів [Електронний ресурс] – URL: <https://disted.edu.vn.ua/>.

10. Eolymp [Електронний ресурс] – URL: <https://www.eolymp.com/>.

11. Codeforces [Електронний ресурс] – URL: <http://codeforces.com/>

**Кренцін Михайло Дмитрович** – аспірант кафедри захисту інформації, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [mishatron98@gmail.com](mailto:mishatron98@gmail.com)

**Хом'юк Ірина Володимирівна** – д. пед. н., професор, професор кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com)

**Krentsin Mykhailo D.** – Postgraduate Student of the Department of Information Security, Faculty for Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [mishatron98@gmail.com](mailto:mishatron98@gmail.com)

**Khomyuk Irina V.** – Doctor of Science (Ped.), Professor of Higher Mathematics Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [vikiraivh@gmail.com](mailto:vikiraivh@gmail.com)

# ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*Розглянуто можливість та переваги застосування інформаційних технологій в освітньому процесі.*

**Ключові слова:** інновації, освітній процес, інформаційні технології, SMART-навчання.

## *Abstract*

*The paper reviews possibilities and advantages of using information technologies in the educational process.*

**Keywords:** innovation, educational process, information technologies, SMART learning.

## Вступ

Враховуючи, з якою швидкістю розвивається сучасний світ, здобувачеві освіти вже недостатньо просто надати знання. Головним є процес, який дозволяє навчити здобувача користуватися набутими знаннями. Важливою складовою цього є вміння працювати з інформаційними технологіями, які поступово стають важливою вимогою до майже кожної існуючої професії.

Основною ціллю навчання є формування людини як спеціаліста, який може успішно конкурувати на ринку праці, а оскільки важливим є інформаційна компетентність фахівця, то варто модернізувати освітній процес і залучати до нього наявні інструменти та засоби інформаційних технологій. Використання інформаційних технологій дозволяє зробити освітній процес більш інтерактивним, цікавішим та ефективнішим. Упровадження в освітній процес нових інформаційних технологій є об'єктивним процесом розвитку освіти. Збільшення комп'ютерної техніки та подальше її вдосконалення поширює можливості викладачів використовувати комп'ютерні технології в процесі вивчення різних дисциплін.

## Результати дослідження

Стрімкий розвиток комп'ютерних технологій яскраво описує стрімкий розвиток цивілізації. Специфіка світу така, що усі речі, в тому чи іншому виді, пов'язані і тому технологічна еволюція призводить до змін у всіх сферах діяльності людини, зокрема й освітньої, яка водночас стає основою й передумовою розвитку суспільства, об'єднаного спільними цінностями й культурою. Ринок праці потребує спеціалістів з нестандартним мисленням, здатними вирішувати нестандартні завдання та орієнтуватися в інформаційному просторі, що у свою чергу змінює пріоритети у освіті. Використання інформаційних технологій стає буденністю та необхідністю для усіх професій. Підвищення рівня та якості знань, формування сучасних компетентностей, зокрема вміння здобувати інформацію, підготовка до професій майбутнього є основними завданнями реформи освіти конкурентоздатної країни [1-2].

Освітні технології трансформуються як показано на рисунку 1.



Рисунок 1 – Трансформація освітніх технологій

Зміст дидактичних матеріалів і методики E-learning – електронного навчання із застосування комп'ютерів, навчання за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій часто залишаються без змін, тому ефективність такого навчання є невисокою.

З появою і розвитком смартфонів популярним стає мобільне навчання m-learning, яке активно еволюціонує в повсякденне навчання u-learning, під яким розуміють безперервний процес самовдосконалення за допомогою найрізноманітніших інформаційних пристроїв від комп'ютера до смартфона чи планшета, що мають доступ до мережі Інтернет у будь-якій точці світу.

Логічним продовженням електронного навчання є так зване Smart-навчання [3-4]. Суть смарт-навчання полягає в об'єднанні закладів освіти та викладацького складу для проведення навчання в мережі Інтернет на базі спільних стандартів і технологій. У 2011 році у Південній Кореї, яка є одним з основоположників Smart-навчання, була розроблена концепція SMART-освіти, яка базується на семи базових для XXI століття вміннях:

- 1) критичне мислення та розв'язання проблем;
- 2) творчість та інновації;
- 3) співпраця та лідерство;
- 4) міжкультурне взаєморозуміння;
- 5) комунікація;
- 6) грамотність у сфері ІКТ;
- 7) кар'єра та життєві навички.

Смарт-навчання – це інтерактивне навчання за допомогою інформації та матеріалів з усього світу, що знаходиться у вільному доступі. Мета розумного навчання полягає в тому, щоб робити процес навчання ефективним за рахунок переносу освітнього процесу в електронне середовище, а це, в свою чергу, надає можливість доступу кожному, розширення кількості бажаючих навчатися з будь-якого місця і у будь-який час. Для досягнення цього, необхідно перейти від традиційного книжкового матеріалу до матеріалу, представленого в електронному виді. Це надає студентам можливість самостійно вивчати навчальні дисципліни, переглядати відеозаписи лекцій, проходити тестування, тощо. Такий підхід до організації процесу навчання дає педагогам більше можливостей для проведення наукової діяльності, можливість легко ділитися досвідом з іншими викладачами. Він має забезпечувати якість освіти, мотивацію студентів, залучаючи студентів до творчої, навчальної і наукової діяльності. Навчальні курси мають бути інтегрованими, включати мультимедійні фрагменти, зовнішні електронні ресурси. Необхідно дотримуватися таких вимог: гнучкість, інтеграція, індивідуальна траєкторія, мобільність та ін. Особлива увага приділяється управлінню навчальним контентом і навчальними ресурсами у смарт-навчанні. У цьому процесі навчальні матеріали потребують регулярного використання викладачами, доповнення з професійних сайтів,



блогів. Це дає студентам можливість формувати професійну компетентність. Для здійснення смарт-навчання необхідне відповідне технічне забезпечення і доступ до Інтернету.

До переваг застосування SMART-технологій в освітньому процесі можна віднести:

- Можливість застосування підходу для викладання будь-якої дисципліни;
- Ефективність засвоєння знань;
- Стимуляція розвитку творчого потенціалу студентів;
- Підвищення інтересу до освітнього процесу.

### **Висновки**

Використання інформаційних технологій в освітньому процесі підвищує ефективність навчання та урізноманітнює його. ІКТ дозволяють візуально представляти різного виду інформацію (аудіо, відео, тощо), що є досить зручним та дозволяє покращити засвоєння матеріалу. Інформаційні технології досить просто дозволяють будувати більш інтерактивний процес освіти, що, в свою чергу, робить процес цікавішим і, як результат, заохочує студентів до навчання та розвиває їхні пізнавальні здібності.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Інформаційні технології навчання [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://sites.google.com/site/informacijninavcanna/>.
2. Використання інформаційних технологій в освіті [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/01/131.pdf>.
3. Смарт-технології в освіті [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://sites.google.com/site/smarttehnologiie/interaktivni-tehnologiie-v-osviti>.
4. Застосування smart-технологій у навчальному процесі [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://informatika.udpu.edu.ua/?page\\_id=2855](https://informatika.udpu.edu.ua/?page_id=2855).

**Шмундяк Дмитро Олександрович** – аспірант, кафедра системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: [dimashmund@gmail.com](mailto:dimashmund@gmail.com).

**Shmundiak Dmytro O.** – postgraduate, department of system analysis and information technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [dimashmund@gmail.com](mailto:dimashmund@gmail.com).

## ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ СТУДЕНТІВ НА ІНТЕРАКТИВНИХ ЗАНЯТТЯХ З ДИСЦИПЛІНИ «ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ»

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*У роботі висвітлюється авторський досвід використання інтерактивних технологій в процесі вивчення дисципліни «Електричні системи та мережі» в технічному ЗВО. Інтерактивні технології, професійна майстерність та досвід викладача – це ті складові, які забезпечують ефективність процесу навчання. Демонструється приклад інтерактивного заняття з теми «Електричні системи та мережі».*

**Ключові слова:** електрична мережа, інтерактивні технології, приклад уроку, мотивація.

### *Abstract*

*The author's experience of using interactive technologies in the process of studying the discipline "Electrical Systems and Networks" in technical universities is highlighted in the paper. Interactive technologies, professional skills and experience of the teacher are the components that ensure the effectiveness of the learning process. An example of an interactive lesson on "Electrical Systems and Networks" is shown.*

**Keywords:** electrical network, interactive technologies, example lesson, motivation.

### **Вступ**

Інноваційна діяльність педагога в сучасній освіті – найважливіша складова освітнього процесу, де інновації є єдиним інструментом, здатним вивести освітню систему на новий рівень якості. Інноваційний розвиток освітньої системи, активне вдосконалення технологій і інструментів інноваційного менеджменту та маркетингу, вдосконалення та мультиплікація технологій навчання є невід'ємними атрибутами освітніх і виховних технологій більшості держав світу.

Значної популярності останнім часом набули інтерактивні технології навчання. Інтерактивне («inter» – взаємний, «act» – діяти) навчання – це спеціальна форма організації пізнавальної діяльності; це діалогове навчання, під час якого відбувається взаємодія вчителя та учня [1, с.4].

Сучасні розробки інтерактивних методів навчання в професійній підготовці фахівців можна знайти у працях Н. В. Борисової, В. А. Петрук, М. В. Кларина, І. В. Хом'юк, А. М. Мартинець, Л. В. Пироженко, О. І. Пометун та інших.

### **Результати досліджень**

Важливою та невід'ємною умовою застосування інтерактивних технологій є творчість та ініціатива самого викладача, які забезпечують нестандартне проведення занять, цікавий вибір методів викладання [2; 3; 4; 5].

Наведемо приклад використання інтерактивних технологій в процесі вивчення майбутніми інженерами однієї із тем дисципліни «Електричні системи та мережі», які ми використовуємо у технічному ЗВО.

*Інтерактивне практичне заняття на тему: «Електричні системи та мережі».*

**Мета:**

*освітня :*

- вивчити класифікації і позначення компонентів електричних схем;
- навчитися вимірювати ємнісний, індуктивний і комплексний опір в колі змінного струму та будувати векторні діаграми.

*розвивальна:*

- розвивати вміння аналізувати та систематизувати;
- розвивати логічне та аналітичне мислення, спостережливість;

- виробляти практику участі в обговоренні поставлених питань;
- формування вміння робити висновки

*виховна:*

сприяти вихованню:

- цілеспрямованості;
- організованості;
- уважності;
- зацікавленості до майбутньої професії.

## **I. Організаційна частина**

(привітання, перевірка готовності аудиторії до зайняття)

## **II. Актуалізація опорних знань**

**2.1** Проводиться у формі наприклад, фронтального опитування «Тест-контроль».

1 Які прийняті два види норм якості для визначення якості електроенергії?

- нормально допустимі та гранично допустимі; +
- нормально якісні і гранично якісні;
- ненормально допустимі та нормально допустимі;
- нормально допустимі та нормально якісні.

2 Відхилення частоти полягає у...?

- відхиленні частоти змінної напруги від номінального значення промислової частоти
- відхиленні частоти змінного струму від номінального значення промислової частоти; +
- відхиленні частоти змінного струму від максимального значення промислової частоти
- відхиленні частоти змінного струму від мінімального значення промислової частоти.

3. Провал напруги – це раптове короткочасне зниження напруги у точці електричної мережі нижче ... номінальної напруги з подальшим відновленням напруги до первинного або близького до нього значення?

- 0,75;
- 0,9; +
- 0,88;
- 0,65.

4. Тимчасова перенапруга – це збільшення напруги в точці електричної мережі більше, ніж на ... від номінальної напруги тривалістю більше 10 мс.?

- 5%;
- 15%;
- 25%;
- 10%. +

## **III. Пояснення нового матеріалу.**

Пояснення здійснюється шляхом розповіді, використовуючи слайди презентації. Наведено приклад декількох слайдів

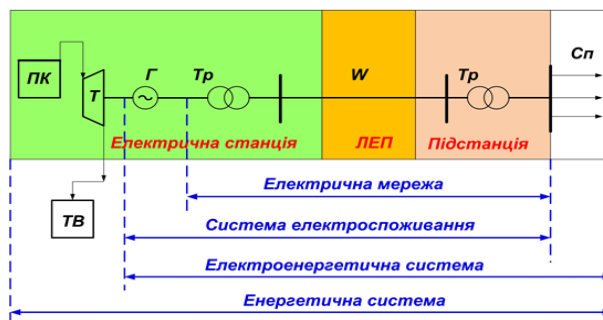
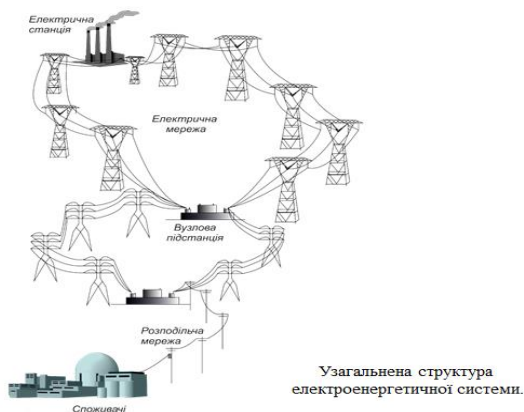


Рис. 1.1. Взаємозв'язок об'єктів, що забезпечують виробництво передачу, розподіл і споживання електричної і теплової енергії

В процесі пояснення студентам пропонується перегляд відеофільму на тему «Електричні системи та мережі»

#### IV. Закріплення нових знань, отриманих на уроці.

Для цього пропонується завдання – доміно, що передбачає зіставлення позначень та визначення. Наведемо зразки карток.

- |      |                         |
|------|-------------------------|
| 1. R | 1. Струм                |
| 2. Q | 2. Повна потужність     |
| 3. S | 3. Напруга              |
| 4. U | 4. Активний опір        |
| 5. I | 5. Активна потужність   |
| 6. P | 6. Реактивна потужність |

#### V. Повідомлення домашнього завдання та підведення підсумків заняття.

В ході заняття використані методи:

- взаємоперевірка;
- пошукова бесіда;
- ілюстративний;
- репродуктивний.

#### Домашнє завдання:

Написати розгорнуту відповідь на запитання:

1. Наведіть основні вимоги до мереж електричних систем.
2. У чому полягає забезпечення надійності електропостачання споживачів?
3. Наведіть основні характеристики якості електричної енергії.

#### Висновки

На сьогоднішній день сучасне заняття не можливе без «тактики співпраці: студент – викладач – студент», що було продемонстровано в ході даного заняття. Дана форма навчання підвищує мотивацію, ефективність і продуктивність діяльності педагога, забезпечує продуктивну роботу всієї групи, дозволяє студентам розкрити свій творчий хист, «розрухати» їх мислення.

Тому, викладач повинен зробити свій предмет цікавим, а прийоми розвитку загальної активності, мотивації у студентів як системи стимулів до різних видів їх діяльності, необхідно орієнтувати на основні цілі навчання в системі сучасної освіти.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Интерактивное обучение: новые подходы // Відкритий урок. – 2002. – № 5–6. – С. 4–6.

2. Хом'юк І.В. Впровадження інтерактивних технологій у процес викладання фундаментальних дисциплін у технічному ВНЗ / І.В.Хом'юк, В.А.Петрук, В.В.Хом'юк // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К. : ВІКНУ, 2013. – Вип. № 41. – С. 81–85.

3. Хом'юк І.В. Модернізація лекційних занять з вищої математики в освітньому середовищі технічних ВНЗ/ І.В.Хом'юк //Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2015. – Вип. № 50. – С 356 – 362.

4. Тополя Л. В. Про інтерактивні прийоми навчання під час академічної лекції / Л. В. Тополя // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнародний збірник наукових робіт. – Вип. 24. – Донецьк : ДонНУ, 2005. – С. 17–21.

5. Петрук В. А. Інтерактивні технології навчання вищої математики студентів технічних ВНЗ / В. А. Петрук, І. В. Хом'юк, В. В. Хом'юк // Навчально-методичний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2012. – 93 с.

**Болдирев Андрій Андрійович** – аспірант кафедри ЕСС , факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [boltich1998@gmail.com](mailto:boltich1998@gmail.com)

**Хом'юк Ірина Володимирівна** – доктор педагогічних наук, професор кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця; e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com)

**Boldyrev Andrii A.** – postgraduate Student of Power Plants and System the Department of Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [boltich1998@gmail.com](mailto:boltich1998@gmail.com)

**Khomyuk Irina V.** – Doctor of Science (Ped.), Professor of Higher Mathematics Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com)

## РЕГІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ КАДРОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІТ РИНКУ УКРАЇНИ. ОСВІТНІЙ АСПЕКТ.

<sup>1</sup> Національний університет «Львівська політехніка»

### REGIONAL FEATURES OF HUMAN RESOURCES OF THE UKRAINE IT MARKET. EDUCATIONAL ASPECT.

#### *Анотація*

*Досліджено проблеми недостатньої забезпеченості кваліфікованими кадрами українських ІТ підприємств та галузі в цілому. Проаналізовано взаємозв'язок регіональних показників кількості зайнятих у галузі фахівців та кількістю і якістю підготовки випускників формальної вищої освіти.*

**Ключові слова:** освіта; інформаційні технології; людський капітал; регіональний розвиток; ціннісний підхід.

#### *Abstract*

*Have been studying the problems of insufficient supply of qualified personnel for Ukrainian IT enterprises and the industry as a whole. The relationship between regional indicators of the number of specialists employed in the field and the number and quality of training of graduates of formal higher education is analyzed.*

**Keywords:** education; information technology; human capital; regional development; value approach.

#### **Вступ**

Про кадровий «голод» у сфері інформаційних технологій говорять топ-менеджери ІТ-підприємств, що здійснюють свою діяльність в Україні. Основними причинами кадрового «голоду» провідний бізнес-аналітик, засновник “PM Partners” Максим Прохоров зазначає наступні: відтік ІТ-фахівців з країни у пошуках кращих умов життя; обмеженість підготовкою університетами фахівців рівня джуніор [1]. Окремо виділено проблему зниження рівня знань абітурієнтів з математики, що зумовлює боязнь складати ЗНО з цього предмету, а також той факт, що 31% тих, що наважились, не подолали поріг «склав», відсутність державної підтримки «неформальної» освіти, яку ІТ-компанії створюють для навчання та підготовки нових кадрів.

Метою роботи є дослідження наявного стану вищої формальної освіти в галузі ІТ та її вплив на розмір ІТ-індустрії та визначення основних тенденцій росту ІТ-освіти, як важливого чинника, що забезпечує ІТ-галузь основним ресурсом – людським капіталом.

#### **Результати дослідження**

Постійне зростання галузі потребує все нових спеціалістів. Загалом, впродовж 2021 року близько 5 000 ІТ-компаній опублікували 112 тисяч вакансій для ІТ спеціалістів, а кількість осіб, що працюють в ІТ, зросла з 203 до 252 тисяч (річний приріст - 24%) [2]. Ріст ІТ-індустрії прогнозується і надалі, плато ще не досягнуто, однак дефіцит кадрів суттєво гальмує цей розвиток. Аналізуючи динаміку росту та думки експертів галузі, індустрія ІТ щороку потребує 30 – 50 тисяч додаткових працівників, до 2030 року сектор потребуватиме загалом щонайменше 500 – 600 тисяч ІТ-фахівців. Частину спеціалістів для ІТ-індустрії готують профільні вищі навчальні заклади, а інша – перекваліфіковується, пройшовши освітні ІТ-курси, однак попит на гідно оплачувану інтелектуальну працю перевищує пропозицію.

Проведені розрахунки не враховували важких наслідків величезної кількості зруйнованих російськими загарбницькими військами шкіл та університетів, евакуаційних та міграційних процесів та факту, що від початку повномасштабної війни російські війська пошкодили або зруйнували 1138 навчальних закладів, а втрати від пошкоджень закладів освіти експерти уже оцінюють у 1,8 млрд. доларів. Однак, попри військову агресію, ІТ-галузь в Україні продовжує розвиватись: 77% ІТ-підприємств

продовжують залучати нових клієнтів, однак динаміка суттєво знизилась. Негативні процеси в кадровому забезпеченні ІТ галузі військовими діями, очевидно, можуть лише поглиблюватись.

Кількість випусників-бакалаврів суміжних з галуззю ІТ спеціальностей, була стабільною протягом останніх п'яти довоєнних років і складала близько 16 тисяч на рік, попри те, що в загальній структурі випусників частка бакалаврів ІТ-спеціальностей має тенденцію до зростання з 6% у 2014 до 8,5% у 2020. Відсутність фактичного приросту випусників ІТ-спеціальностей пояснюється «демографічною ямою», у якій зараз перебуває Україна [3]. Випуск магістрів у даній роботі до уваги не було враховано, оскільки переважна кількість студентів, що навчалися в магістратурі вже під час, або після закінчення бакалаврату, працюють. Окрім того, значна частина фахівців ІТ-галузі розпочинають свою кар'єру у ІТ-компаніях ще до завершення бакалаврату.

Аналізуючи дані щодо студентів, які уже поступили та навчаються у ЗВО, кількість випусників ІТ-спеціальностей мала б зростати впродовж наступних 4 років, і в 2024 році вперше могла б перевищити 20 тис. осіб, а їхня частка в загальній структурі випусників тоді становила б 11,3% [4]. Позитивні прогнози базувались, зокрема, на тому, що Україна виходила з «демографічної ями» і кількість випусників шкіл, частина з яких після завершення середньої освіти, мала б продовжити навчання у ЗВО, з 2022 року повинна була зрости. На противагу 355 тис випусників шкіл у кризовому 2021, у 2029 школу повинні були закінчити 479 тис учнів.

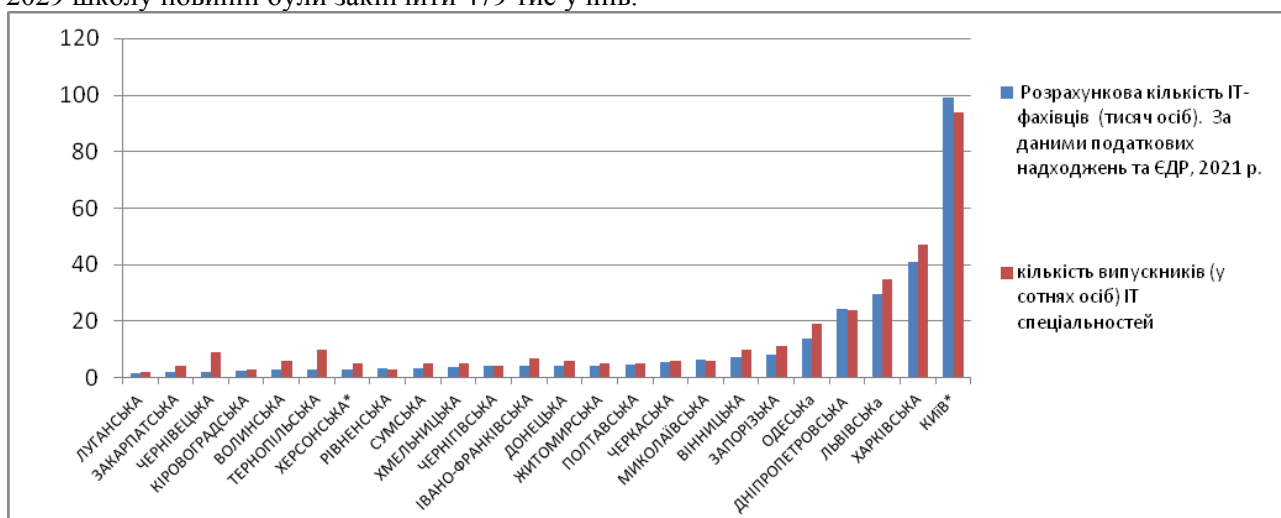


Рис. 1. Зв'язок між розрахунковою кількістю ІТ-фахівців (тисяч осіб) (за даними податкових надходжень та ЄДР, 2021) та кількістю випусників (у сотнях осіб).

На основі зібраних даних, автори здійснили дослідження основних взаємозв'язків між демографічними та освітніми показниками регіону та показниками ІТ-індустрії. Зокрема, було виявлено тісний кореляційний зв'язок (коефіцієнт кореляції 0.9915) між розрахунковою кількістю ІТ фахівців регіону за основними КВЕДами (Діяльність у сфері інформатизації; Надання інформаційних послуг; Комп'ютерне програмування, консультування та пов'язана з ними діяльність) та кількістю випусників ІТ спеціальностей того ж регіону.

У зв'язку зі значними втратами інфраструктурних елементів, зокрема ЗВО, у ряді регіонів України, які до моменту повного виведення військ агресора оцінити не видається можливим, автори провели дослідження передвоєнної ситуації щодо підготовки ІТ-спеціалістів в розрізі областей України. На основі зведених даних освітніх платформ osvita.ua [5] та education.ua [6] можна зробити висновок, що підготовка ІТ-фахівців у різних регіонах відбувалась нерівномірно, а найбільша кількість інститутів та кафедр, що готує майбутніх ІТ-спеціалістів, була зосереджена у великих містах-обласних центрах: Києві, Харкові, Львові, Дніпрі, Одесі та Тернополі. ЗВО інших обласних центрів також забезпечують підготовку спеціалістів переважної більшості ІТ-спеціальностей, однак кількісне та відсоткове відношення студентів, що тут навчаються – значно нижче

### Висновки

Найбільшою проблемою для керівників ІТ-підприємств та розвитку стартапів в Україні є недостатня кількість кваліфікованих кадрів. Ця проблема в найближчі роки тільки посилюватиметься з

огляду на: зниження якості математичної підготовки у закладах середньої освіти, зокрема пов'язаної з карантинними заходами, спричиненими пандемією COVID -19; недостатню кількість кваліфікованого НПП у закладах формальної вищої освіти (обумовлено неспівмірністю оплати праці відповідної кваліфікації у ЗВО та ІТ підприємстві); руйнування освітньої інфраструктури у ряді регіонів, спричинених військовою агресією російської федерації на Україну та міграцією молоді шкільного віку.

Результати проведеного дослідження свідчать про низьку трудову мобільність. Переважна кількість випускників ІТ-спеціальностей, шукали місце праці у регіонах, де отримували вищу освіту, або переїжджали у Київ. Винятком серед усіх обласних центрів є лише місто Тернопіль.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Брак програмістів та ІТ-освіта в Україні: як зробити краще. URL: <https://biz.nv.ua/ukr/experts/nestacha-aytishnikiv-ta-ukrajinska-it-osvita-yak-zminiti-situaciyu-novini-ukrajini-50191769.html>
2. Ринок праці 2021: рекордні 24% зростання, 100 тисяч вакансій, ремоут і Дія City. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/jobs-and-trends-2021/?from=doufp>
3. Як буде розвиватися ІТ-освіта в Україні: Михайло Федоров презентував дорожню карту до 2030 року. URL: <https://thedigital.gov.ua/news/yak-bude-rozvivatisya-it-osvita-v-ukraini-mikhaylo-fedorov-prezentuvav-dorozhnyu-kartu-do-2030-roku>
4. Аналіз ІТ-освіти у вишах України. Д. Лебедев, І. Самоходський, Київ, 2021. URL: [https://brdo.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/Analiz\\_IT\\_osvity\\_u\\_vyshah\\_Ukrainy\\_Print.pdf?fbclid=IwAR3Zsk5iy5ovqBPCqFPE8sTEAD76Y35zsPGHqlZb596CzsJb3k194KyZOBs](https://brdo.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/Analiz_IT_osvity_u_vyshah_Ukrainy_Print.pdf?fbclid=IwAR3Zsk5iy5ovqBPCqFPE8sTEAD76Y35zsPGHqlZb596CzsJb3k194KyZOBs)
5. Довідник вищх навчальних закладів тематичного освітнього порталу Osvita.ua. URL: <https://osvita.ua/vnz/guide/> Довідник ВНЗ
6. Довідник ЗВО спеціалізованого порталу про освіту Education.ua URL: <https://www.education.ua/universities/>

*Карп'як Анастасія Орестівна* — аспірантка кафедри менеджменту та міжнародного підприємництва Національного університету «Львівська політехніка», Львів, e-mail: [karpyak.anastasiya@gmail.com](mailto:karpyak.anastasiya@gmail.com)



## МІСЦЕ ІНДИВІДУАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПІЗНАВАЛЬНОЇ СФЕРИ ОСОБИСТОСТІ В АДАПТИВНОМУ НАВЧАННІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ІНФОРМАТИЦІ ТА МАТЕМАТИЦІ

<sup>1</sup> Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

### **Анотація**

*Описано особливості комплексного впровадження адаптивного навчання здобувачів вищої освіти інформатиці та математиці з використання цифрових технологій в умовах неперервної освіти, зокрема використання в освітньому процесі інноваційних засобів та технологій навчання. Визначено місце індивідуально-психологічних характеристик пізнавальної сфери особистості в адаптивному навчанні здобувачів вищої освіти інформатиці та математиці.*

**Ключові слова:** адаптивне навчання, здобувач вищої освіти, інформатика, математика, індивідуально-психологічні характеристики пізнавальної сфери особистості.

### **Abstract**

*The peculiarities of complex introduction of adaptive training of students of higher education in informatics and mathematics on the use of digital technologies in the conditions of continuing education, in particular the use of innovative teaching aids and technologies in the educational process are described. The place of individual psychological characteristics of the cognitive sphere of personality in the adaptive learning of higher education in computer science and mathematics is determined.*

**Keywords:** adaptive learning, higher education, computer science, mathematics, individual psychological characteristics of the cognitive sphere of personality.

### **Вступ**

В умовах впровадження онлайн / змішаного навчання та широкого застосування технологій електронного навчання актуальність дослідження щодо доцільності, методичних аспектів, практичних можливостей інтегрованого використання цифрових технологій як засобу адаптивного навчання здобувачів вищої освіти інформатиці та математиці незаперечна [1, с. 14]. Інноваційний підхід до застосування цифрових технологій у навчанні суттєво змінив освітній простір і дозволяє вирішувати низку важливих дидактичних проблем. Зокрема реалізація засад адаптивного навчання за допомогою цифрових технологій надає значні можливості для розширення індивідуалізації й диференціації освітнього процесу відповідно до профілю закладу та задля отримання кожним випускником того рівня освіти, що відповідає його когнітивним особливостям, з урахуванням інтересів студентів тощо. В умовах змішаного й дистанційного навчання широке впровадження цифрових технологій в освітній процес закладів вищої освіти надає нові можливості для налагодження співпраці між учасниками освітнього процесу з метою підвищення результативності навчання, узгодження й регулювання оптимального темпу навчання й термінів засвоєння навчального матеріалу, планування самостійної та індивідуальної роботи з метою забезпечення відповідної глибини засвоєння змісту освітньо-професійної програми та набуття відповідних загальних і фахових компетентностей. В епоху інформатизації освіти сучасна школа вимагає кваліфікованих, ініціативних, інформаційно грамотних фахівців, здатних ефективно застосовувати сучасні цифрові технології у своїй професійній педагогічній діяльності, володіти методикою використання цифрових освітніх ресурсів. Проблема реалізації адаптивного навчання інформатиці та математиці здобувачів вищої освіти з використання цифрових технологій є актуальною.

Метою роботи є визначення місця індивідуально-психологічних характеристик пізнавальної сфери особистості в адаптивному навчанні здобувачів вищої освіти інформатиці та математиці

### Результати дослідження

В контексті нашого дослідження актуальним є визначення: «адаптивне навчання – це така дидактична система набуття компетентності, яка враховує індивідуальні особливості в організації навчальної діяльності учнів, що надає їм можливість вибудувати власну освітню траєкторію, зважаючи на індивідуальний темп навчання, глибину освоєння змісту й освітні потреби» [2]. Авторка тлумачить адаптивність як інтерактивний діалог, унаслідок якого освітній процес персоніфікується і диференціюється відповідно до рівня засвоєних знань і умінь та здібностей здобувачів освіти, рівня їхнього пізнавального досвіду, індивідуальних особливостей та очікуваних результатів навчання.

З розвитком електронного навчання стало можливим ефективно забезпечити адаптивність процесу навчання з інформатики та математики у вищій школі: широкий спектр цифрових технологій відкриває нові можливості для навчання, моніторингу темпів навчальної діяльності та рівня засвоєння знань кожного студента. Перевірка результатів дає можливість викладачу проаналізувати ситуацію, при необхідності змінити критерії, методи, технології та алгоритми навчання. Сьогодні адаптивне навчання – це сучасна цифрова автоматизована версія персоналізованого навчання. Зокрема, адаптація передбачає аналіз індивідуальних особливостей та початкового рівня підготовки здобувачів освіти, процесу інтерактивного навчання, оцінку критеріїв успішності для переходу на наступний рівень навчання. Система адаптивного навчання інформатики та математики спрямована на підвищення якості засвоєння студентами навчального матеріалу з напрямку підготовки, складається з адаптивного планування, адаптивного тестування та/або адаптивної презентації навчального контенту, зокрема з використанням цифрових технологій [1, с. 16].

Сфера надання освітніх послуг повинна бути індивідуальною, має враховувати здібності здобувачів освіти, схильності, характер, періоди їхньої найбільшої фізичної активності. Доцільним є створення засобів автоматизованого навчання і необхідність адаптації навчальних комплексів під конкретні психофізіологічні параметри студентів.

Відповідно до моделі адаптивного навчання VARK (visual, aural, read-write, kinesthetic) Н. Флемінга, процес навчання ґрунтується на індивідуально-психологічних характеристиках пізнавальної сфери особистості, схильності до використання способів взаємодії студента з навчальним матеріалом [3]. Прихильники цієї моделі стилів навчання пропонують класифікувати здобувачів освіти за каналами сприйняття навчальних матеріалів:

- **візуали** (visual learners), що сприймають основну частину навчального матеріалу за допомогою зору. Для цього психотипу доцільно отримувати повідомлення за допомогою будь-яких зорових образів, студентам необхідно бачити об'єкт дослідження перед собою, щоб було легше запам'ятати або проаналізувати;

- **аудіали** (aural learners), основним засобом передачі даних у яких є звуки, отже, для даного психотипу характерно отримання навчального матеріалу за допомогою аудіолекцій. Для кращого запам'ятовування і засвоєння таким студентам необхідно озвучувати навчальний матеріал або слухати його в записі;

- **дігітали** (read-write learners), які віддають перевагу словам та тексту. Режим сприйняття визначено в читанні і запису навчального матеріалу в усіх його формах;

- **кінестетики** (kinesthetic learners), що сприймають навчальний матеріал по перцепторному принципу застосування на досвіді і в практиці.

Згідно поданої класифікації здобувачів освіти модель VARK визначає п'ять стилів навчання: **візуальний, аудіальний, вербальний, кінестетичний, мультимодальний**. Кожен з перших чотирьох передбачає індивідуальну методичку навчання.

Так, наприклад, студентів, на якого впливає зовнішній вигляд об'єкта, підходить *візуальна стратегія*, згідно з якою навчальний матеріал з інформатики та математики краще представляти у вигляді блок-схем, рисунків, фотографій, графіків тощо.

*Аудіальна стратегія* підходить для здобувачів освіти, які краще сприймають інформацію усно, тому для ефективного навчання інформатики та математики варто подавати навчальний матеріал у вигляді начитки лекцій та супроводжувати тематичними аудіозаписами чи організувати тематичні

дискусії. Наприклад, освітній портал Prometheus (<http://prometheus.org.ua>) подає навчальний матеріал у вигляді коротких та змістовних лекцій.

Якщо студент бажає отримувати навчальний матеріал з інформатики чи математики в письмовому вигляді, варто звернутися до *вербальної стратегії* навчання, яка передбачає виклад теми у вигляді переліку ключових понять, формул, алгоритмів, глосарію, есе. Наприклад, у підручниках з інформатики та математики визначення та цікаві факти зазвичай яскраво оформлені, щоб привернути увагу здобувача освіти до важливих понять із заданої теми.

*Кінестетична стратегія* оптимальна на студента, який для розуміння отриманих відомостей хоче застосувати їх на практиці.

А *мультимодальна стратегія* передбачає використання декількох методик, ефективність яких є найбільшою або рівнозначною.

## Висновки

Адаптивне навчання інформатики та математики забезпечує оптимальне поєднання основних компонентів навчального процесу, що враховують індивідуальні особливості та особисті уподобання студентів, сприяють їхній пізнавальній діяльності, підвищують мотивацію до навчання, забезпечують моніторинг навчання та коригування його для досягнення запланованих навчальних результатів. Адаптивна система навчання здатна забезпечити повноцінне залучення здобувачів освіти до процесу побудови власної індивідуальної освітньої траєкторії, розвитку їхньої активності, удосконалення технологій і методик, що сприятимуть індивідуалізації навчального процесу відповідно до індивідуально-психологічних характеристик пізнавальної сфери особистості.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kosovets O., Soia O., Krupskiy Ya., Tyutyun L. Digital technologies as a means of adaptive learning for higher education informatics and mathematics. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 33. № 1. С. 14–19. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-033-1-002
2. Ляшенко О. І. Адаптивне навчання як ознака сучасних дидактичних систем. *Актуальні проблеми психології* : зб. наук. пр. / за ред. С. Д. Максименка; Ін-т психології ім. Г. С. Костюка НАПН України. Київ, 2019. Т. 8 : *Психологічна теорія і технологія навчання*. Вип. 10. С. 185-195
3. VARK: a guide to learning preferences. URL: <http://vark-learn.com>

**Со́я Олена Миколаївна** – канд. пед. наук, старший викладач кафедри математики та інформатики, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця,, e-mail: soia.om@vspu.edu.ua

**Косовець Олена Павлівна** – канд. пед. наук, старший викладач кафедри математики та інформатики, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця,, e-mail: kosovets.op@vspu.edu.ua

**Крупський Ярослав Володимирович** – канд. пед. наук, доцент, доцент кафедри математики та інформатики, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця,, e-mail: krupskiy.ya@vspu.edu.ua

**Soia Olena M.** – Cand. Sc. (Eng), Senior lecturer of Mathematics and Computer Science Department, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, email: soia.om@vspu.edu.ua

**Kosovets Olena P.** – Cand. Sc. (Eng), Senior lecturer of Mathematics and Computer Science Department, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, email: kosovets.op@vspu.edu.ua

**Krupskiy Yaroslav V.** – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of Mathematics and Computer Science Department, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, email: krupskiy.ya@vspu.edu.ua

# ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ ДОШКИ IDROO НА ЗАНЯТТЯХ З ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Вінницький навчально-науковий інститут економіки Західноукраїнського національного університету, м. Вінниця

## Анотація

*У роботі розглядаються переваги використання інтерактивної дошки IDroo на заняттях з вищої математики під час дистанційного навчання.*

**Ключові слова:** інтерактивні технології, вища математика, дошка IDroo.

## Abstract

*The paper considers the advantages of using an interactive board IDroo in higher mathematics classes during distance learning.*

**Keywords:** interactive technologies, higher mathematics, board IDroo

## Вступ

Нині в Україні відбувся перехід усіх закладів вищої освіти на дистанційне навчання, що інтенсифікувало впровадження інтерактивних технологій в освітню практику. Більш того, дистанційне навчання за цих умов розглядається як єдино можливий метод продовження освітнього процесу.

М.М. Ковтонюк вважає, що світові тенденції розвитку освіти дають підставу стверджувати, що майбутнє за гнучкими моделями освітнього процесу, в яких поєднуються різні засоби, методи і технології. Саме в цьому напрямі повільно, але неупинно розвивається освітня система України та, зокрема, змінюються й підходи до вивчення математичних дисциплін у ЗВО.

Також дослідниця зазначає, що впровадження інтерактивних технологій активно формує сучасний освітній простір – складну, відкриту, цілісну, динамічну підсистему соціального простору, в якій проводиться освітня діяльність. Основна властивість освітнього простору – інтерактивність, можливість швидкої взаємодії викладача і студента з метою розвитку пізнавальної активності останніх [1].

## Результати дослідження

Вимушене дистанційне навчання поставило викладачів ЗВО, зокрема математиків, перед непростими викликами: як організувати навчання студентів вищої математики в цих умовах, коли викладач не може бути поруч, як організувати якісний зворотній зв'язок зі студентом. Вирішенням даних проблем, на нашу думку, є використання віртуальної електронної дошки IDroo // Untitled board, яка є безкоштовним додатком до популярних програм Skype, Zoom, Discord, Google Meet та інші.

IDroo – це інтерактивна онлайн-дошка з повним набором інструментарію для введення математичних формул та малювання. В ній можна писати як від руки так і вводити текст, змінюючи його колір або шрифт, малювати лінії, графіки, геометричні фігури. Щоб запросити студентів потрібно лише відправити їм посилання-запрошення. Одночасно на дошці можуть працювати більше 30 користувачів. Великою перевагою дошки є те, що її розміри нескінченні. Створені дошки можна зберігати в PDF-файлах або зображеннях.

Але найважливішим аспектом, є те, що робота в цій дошці дає можливість двостороннього зв'язку студента з викладачем, студента зі студентом, засоби для групової роботи, використання мережних та хмарних технологій. Можна зберігати результати попередньої роботи в дошці у файл і знову відкривати для продовження роботи.

У своїй практичній діяльності ми використовуємо одночасне поєднання програми Zoom та віртуальної електронної дошки IDroo // Untitled board для проведення практичних та лекційних занять з вищої математики.

Окрім того управління дистанційним навчанням у Західноукраїнському національному університеті здійснюється на платформі Moodle. Ця платформа дозволяє використовувати широкий набір інструментів для освітньої взаємодії викладача, студентів та адміністрації закладу освіти. Зокрема, надає можливість подавати навчальний матеріал у різних форматах (текст, презентація, відеоматеріал, веб-сторінка; заняття як сукупність веб-сторінок з можливим проміжним виконанням тестових завдань); здійснювати тестування та опитування студентів із використанням питань закритого (множинний вибір правильної відповіді та зіставлення) і відкритого типів; студенти можуть виконувати завдання з можливістю пересилати відповідні файли. Крім того, система має широкий спектр інструментів моніторингу навчальної діяльності студентів, наприклад: щодо загального часу роботи студента з конкретним навчальним предметом, відповідними темами або частиною навчального матеріалу, загальної успішності студента або групи в процесі виконання тестових завдань тощо.

### **Висновки**

Використання інтерактивної дошки IDroo під час дистанційного вивчення курсу вищої математики дає можливість:

- 1) Якісно, ефективно та динамічно подавати навчальний матеріал.
- 2) Істотно підвищувати мотивацію студентів.
- 3) Активізувати пізнавальну діяльність студентів та їх комунікативні навички. Інтерактивна дошка IDroo – це дієвий інструмент для організації самостійних та колективних форм роботи, дискусій у яких розвивається вміння аргументувати і пояснювати свою точку зору.
- 4) Одночасно використовувати різні матеріали та ресурси.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Ковтонюк М.М. Сайт “Математичний аналіз і диференціальні рівняння вивчаю сам” в освітньому просторі студента вищого навчального закладу // Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності: зб. наук. праць за матеріалами Всеукр. наук.-практ. конф., 18-19 травня 2017 р. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського [та ін.]. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2017. – С. 128-131.
2. Ігнатєва А.І. Удосконалення дистанційного навчання студентів в системі безперервної освіти // Фізико-математична освіта: науковий журнал. 2017. Випуск 1(11).-С. 52-55.

*Рум'янцева Катерина Євгенівна* – к.пед.н., доцент, доцент кафедри правознавства та гуманітарних дисциплін Вінницького навчально-наукового інституту економіки Західноукраїнського національного університету, м.Вінниця, e-mail: [rumyanceva@ukr.net](mailto:rumyanceva@ukr.net).

*Rumyantseva Katerina Y.* – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of law and humanitarian sciences for Vinnytsia training scientific institute of economics West Ukrainian national university, Vinnytsia, e-mail: [rumyanceva@ukr.net](mailto:rumyanceva@ukr.net).

*Сергій Олінович,  
студент факультету математики, фізики  
і комп'ютерних наук  
Вінницького державного педагогічного університету  
імені Михайла Коцюбинського*

## **ВИКОРИСТАННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ GOOGLE SITES ВЧИТЕЛЯМИ ІНФОРМАТИКИ**

***Анотація.** Охарактеризовано сервіс Google Sites та можливості його використання в навчальному процесі вчителем інформатики.*

***Ключові слова:** освіта, урок інформатики, вчитель інформатики, web-технології, web-сайт, інформаційне суспільство, мережа Інтернет, Google Sites.*

***Abstract.** The Google Sites service and the possibilities of using a computer science teacher in the educational process are described.*

***Keywords.** Education, computer science lesson, computer science teacher, web-technologies, web-site, information society, Internet, Google Sites.*

Ми живемо в еру інформатизації. Одним із напрямків якої процес інформатизації освіти, що передбачає використання можливостей застосування web-технологій, мультимедійної й інтерактивної техніки, сучасних методів і засобів навчання інформатики для активізації процесів розвитку наочно-дієвого, наочно-образного, теоретичного типів мислення [1]; для розвитку творчого, інтелектуального потенціалу учня, здібностей до комунікативних дій; для інтенсифікації всіх рівнів навчально-виховного процесу, підвищення його ефективності і якості [2]. З розвитком технологічного прогресу у школах стали активно застосовуватися у навчальному процесі смартфони та планшети. Робота в віртуальному просторі, в якому учні або група учнів отримуватимуть освітні матеріали в електронній формі, надає незаперечну перевагу. Навчання стає набагато ефективніше, особливо якщо до будь-яких текстових матеріалів

додано презентації, зображення, аудіо-, відеоматеріали, які не можуть не залишитися в пам'яті учня [5].

При цьому сам учень може готувати і розміщувати свої роботи в аналогічній формі, знайомитися з роботами інших, мати можливість брати участь в різних проектах. Одним із таких сервісів є Google Sites. Даний web-ресурс є одним із безкоштовних конструкторів сайтів із великою функціональністю [7]. Завдяки йому можна створювати сайти на будь-яку тематику для вчителів, дуже швидко та якісно не потребуючи досить багато знань із web- програмування, а це означає, що сайт зможе створити й сам вчитель, який не є професіоналом з даної спеціальності [5].

Серед основних завдань, що вирішуються ресурсом Google Sites, можна визначити такі:

- реалізація освітніх програм з використанням технологій;
- організаційно-методичний супровід навчального процесу;
- електронний документообіг;
- організація педагогічних комунікацій;
- розміщення електронних освітніх ресурсів;
- проведення моніторингу якості освітніх програм і ресурсів.

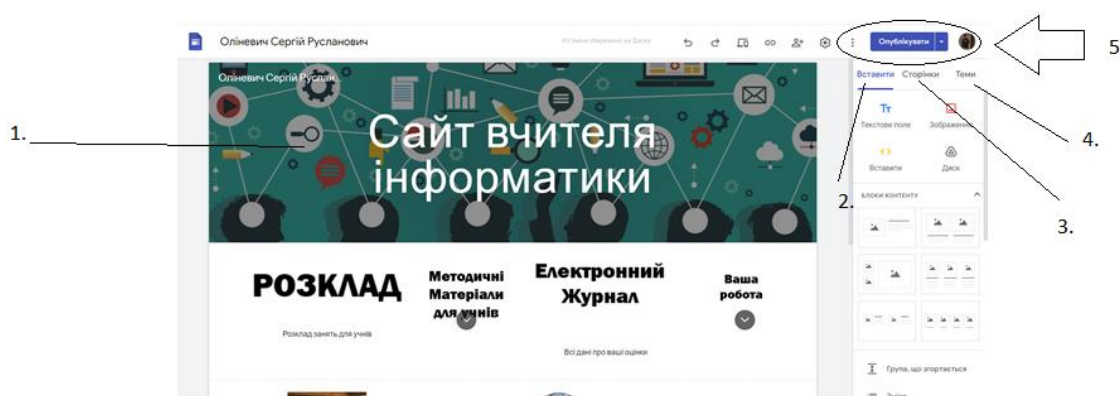


Рисунок 1. Інтерфейс Google Sites

Редактор сайту *Google Sites*, містить такі основні складові (Рисунок 1):

1. Шапка сайту.

2. Поле «Вставка» надає можливість створювати сам макет та додавати різні посилання, фото тощо.
3. «Сторінки» - завдяки даній сторінці є можливість створити стільки сторінок для сайту, скільки потрібно.
4. «Теми» - тут можна змінити самий вигляд сайту, поміняти шрифти та обрати тему сайту
5. Кнопка «Опублікувати» - за допомогою цієї опції сайт з'являється у інтернеті, та інші користувачі можуть його переглянути.

На основі проведеної роботи можна стверджувати, що при роботі із Google Sites ми отримуємо функціонал для роботи вчителя, та розміщення різного типу матеріалів, таких як (Рисунок 2):

1. Електронні журнали;
2. Розклад;
3. Методичні матеріали;
4. Власні напрацювання;
5. Матеріали для дистанційного навчання;
6. тощо.

[Підручник з інформатики для 9 класу.](#)

[«Prometheus» – це український громадський проект масових відкритих онлайн-курсів](#)

[Середовище для програмування на C++](#)

[Середовище Visual Studio 2019](#)



Рисунок 2. Приклад розміщення навчальних матеріалів на Google Sites [6].



Можливостей з розробки web-додатків в Google Sites, насправді, є багато. Однією з них є web-квест, який можна використати на уроках інформатики, що передбачає формування логічного та критичного мислення [3]. Для прикладу розглянемо web-квест «Міжпланетна подорож», який можна використовувати на уроках інформатики та астрономії [4]. Для створення особистого квесту не потрібно мати високий рівень знань із програмування, потрібно лише продумати всі кроки та завдання для зацікавлення учнів у його проходженні (Рисунок 3).

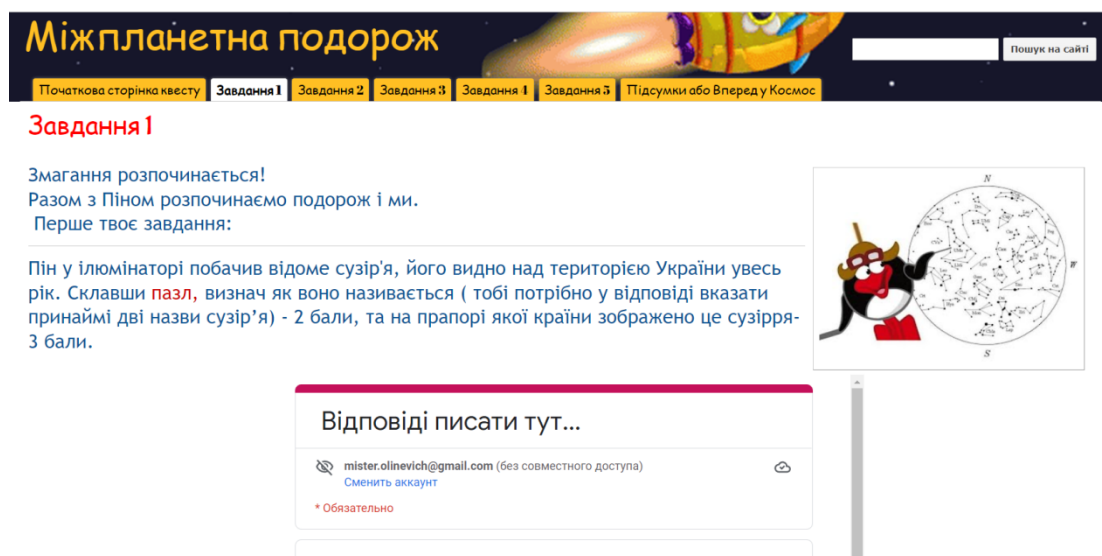


Рисунок 3. Приклад web-квесту «Міжпланетна подорож» [9].

Вчителі також в своїй професійній діяльності використовують Google Sites для початкового вивчення основ Web – програмування (Рисунок 4), оскільки він має такі переваги:

- 1) доступний інтерфейс;
- 2) відсутність реклами;
- 3) безкоштовне користування;
- 4) використання Хмарних технологій;
- 5) зв'язок з іншими продуктами Google.

**III. Повідомлення теми та мети уроку (1хв)**  
 Оже, тема нашого уроку «Створення сайту засобами онлайн-системи».  
 (Слайд 4)

Сьогодні на уроці ви ознайомитеся з інформацією про те, як створити сайт, із вибором елементів оформлення сайту, створенням веб-сторінок і системи навігації в сервісі Google сайти. Також виконаєте індивідуальну практичну роботу.

**План уроку: (Слайд 5)**

1. Створення сайту в сервісі Google сайти.
2. Вибір елементів оформлення сайту.
3. Створення веб-сторінок і системи навігації.

**IV. Вивчення нового матеріалу (15 хв)**  
**Фронтальна робота з групою за допомогою віртуальної інтерактивної дошки Padlet. (Слайд 6)**

Подумайте, назвіть і запишіть на віртуальній дошці Padlet кроки розробки сайту засобами онлайн-системи керування вмістом веб-сайтів.  
 (Учні записують варіанти відповідей на віртуальній дошці Padlet. Після чого аналізують та структурують.)

Отож, разом ми з'ясували, що ними кроками є:

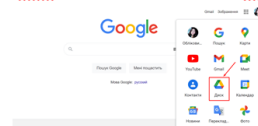
1. Реєстрація облікового запису на сервері онлайн-системи керування вмістом веб-сайтів.
2. Створення сайту, вибір його назви.
3. Вибір елементів оформлення сайту.
4. Створення сторінок сайту, системи навігації, заповнення сторінок контентом.
5. Публікація сайту.

**Розповідь викладача**  
 Створення сайту в сервісі GoogleСайти. Вибір елементів оформлення

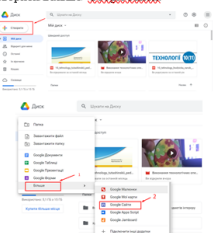
дидактичної презентації.)

Для того, щоб створити сайт в сервісі GoogleСайти, ви повинні мати обліковий запис у сервісі Google. Якщо ви його маєте, то ваші подальші дії будуть такими:

1. Увійти на Google Диск з вашим обліковим записом Google.



2. Виконати Створити/Більше/ GoogleСайти.



(Учні записують послідовність у зошити)

Перед вами відкриться головна сторінка нового сайту в режимі редагування і сайт вважатиметься створеним. На Google Диску з'явиться ярлик сайту з підписом Сайт без назви та значком. Цей ярлик можна використовувати, щоб відкрити сайт для редагування.

Рисунок 4. Фрагмент уроку зі створення сайту в Google Sites [4].

Таким чином, Google Sites є ефективним технічним засобом на сьогодні, на рівні із іншими конструкторами. При методично виваженішому використанні якого здійснюється сучасний навчальний процес в умовах змішаного і дистанційного навчання інформатики.

## Список використаних джерел

1. Використання засобу google sites для створення сайту професійно-технічного навчального закладу. *Освітній проект «На Урок» для вчителів.*

URL: <https://naurok.com.ua/vikoristannya-zasobu-google-sites-dlya-stvorennya-saytu-profesiyno-tehnichnogo-navchalnogo-zakladu-14504.html> (дата звернення: 19.06.2022).

2. ШИШАЦЬКИЙ РАЙОННИЙ МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР.URL: <http://shyshaky-rmk.edu.poltava.ua/Files/downloadcenter/Рекомендації%20ПОІППО%20сайти.pdf> (дата звернення: 19.06.2022).

3. Лекція 2. класифікація та принципи побудови систем моніторингу. *StudFiles*. URL: <https://studfile.net/preview/5706386/> (дата звернення: 19.06.2022).
4. Онлайн-конспект з інформатики. *Google Sites: Sign-in*. URL: <https://sites.google.com/view/onlayn-konspekt-z-informatiku> (дата звернення: 19.06.2022).
5. Співпраця України з НАТО : зб. студент. наук. робіт. Житомир : Полісся, 2008. 116 с.
6. Урок "Створення сайтів засобами онлайн-системи". *Освітній проект «На Урок» для вчителів*. URL: <https://naurok.com.ua/urok-stvorennya-saytiv-zasobami-onlayn-sistemi-224745.html> (дата звернення: 19.06.2022).
7. Яшанов С. М. - Концептуальні засади проектування системи інформатичної підготовки майбутніх учителів в умовах компетенційного підходу (2015). *Каталоги | Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського*. URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_met a&C21COM=S&2\\_S21P03=FILE=&2\\_S21STR=Mnf\\_2015\\_17\\_19](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_met a&C21COM=S&2_S21P03=FILE=&2_S21STR=Mnf_2015_17_19) (дата звернення: 19.06.2022).
8. Radkevych O. МОДЕЛЬ СИСТЕМИ РОЗВИТКУ ПРАВОВОЇ КУЛЬТУРИ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ЗАКЛАДІВ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ. *Professional Pedagogics*. 2020. Т. 1, № 20. С. 56–63. URL: <https://doi.org/10.32835/2707-3092.2020.20.56-63> (дата звернення: 19.06.2022).
9. Міжпланетна подорож. *Google Sites: Sign-in*. URL: <https://sites.google.com/site/56klas/home> (дата звернення: 19.06.2022).

*Науковий керівник: докт. пед. наук, професор Ключко Оксана Віталіївна*

## ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ GOOGLE FORMS

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

У світлі останніх подій освіта зазнала чимало змін, деформацій та оновлень. У зв'язку з цим перед викладачами постало ряд питань та проблем у тому числі проблема оцінювання. Ну даній статті пропоную переглянути переваги електронного ресурсу Google Forms.

**Ключові слова:** освіта, питання, оцінювання, Google Forms, переваги та недоліки

### ADVANTAGES OF USING GOOGLE FORMS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Vinnitsia National Technical University

### Annotation

In the light of recent events, education has undergone many changes, deformations and updates. In this regard, the teachers faced a number of questions and problems, including the problem of evaluation. Well, in this article, I suggest reviewing the advantages of the Google Forms electronic resource.

**Keywords:** education, questions, assessment, Google Forms, advantages and disadvantages

Для багатьох працівників закладів освіти дистанційне навчання викликало одну і небагатьох проблем в освіті- оцінювання. Я пропоную проаналізувати переваги електронного безкоштовного, швидкого в опануванні та легкодоступного інструменту Google Forms. Google Форми — програмне забезпечення для адміністрування опитування, що входить до складу безкоштовного вебпакету Google Docs Editors, пропонованого Google. Послуга також включає Google Docs, Google Sheets, Google Slides, Google Drawings, Google Sites і Google Keep. Опитування — початкове призначення Google Forms, які створювалися для отримання зворотного зв'язку від відвідувачів сайту саме в формі відповідей на запитання. У педагогічній практиці опитування проводять класні керівники, наставники, адміністрація навчального закладу, вчителі і викладачі.

Приклад опитування, створеного за допомогою Google Forms можна побачити за наступним посиланням: <https://goo.gl/forms/TznicQ8OBu25dUGB3>

Пропоную розглянути переваги, які може запропонувати нам даний портал:

1. Результати опитування зберігаються і постійно доступні в Інтернеті.
2. Немає потреби особисто спілкуватися з респондентами, збирати їх всіх в один час і в одному місці.
3. Не потрібно тиражувати матеріал опитування на всіх респондентів.
4. Результати опитування автоматично опрацьовуються і представляються у вигляді наочних узагальнених діаграм.
5. Можливий спільний доступ та редагування.

Великий функціонал дозволяє розширяти можливості побудови запитань. Так питання можна подати у вигляді:

- Коротка відповідь: коротка текстова відповідь. Зручно використовувати для ПІБ учня, або для відповіді на задачу, яку необхідно ввести у вигляді числа.

- Абзац: довга текстова відповідь, що складається з кількох рядків. Підійде для завдань з відкритою відповіддю.
- З варіантами відповіді: вибір однієї правильної відповіді з декількох запропонованих.
- Прапорці: вибір кількох правильних відповідей з декількох запропонованих.
- Спадний список: вибір однієї правильної відповіді з списку, який випадає.
- Завантаження файлу: можна завантажити файл. Доступно тільки для авторизованих користувачів.
- Лінійна шкала: виставлення оцінки за заданою шкалою, щоб показати ступінь своєї згоди-незгоди з певним твердженням. Значення шкали можна встановлювати самостійно.
- Таблиця з варіантами відповіді: таблиця для вибору одного правильного варіанту відповіді в кожному рядку. Підходить для завдань, де потрібно встановити відповідність.
- Сітка прапорців: подібна до попереднього типу запитань, але в кожному рядку можна обрати не один, а кілька варіантів відповіді.
- Дата: питання на знання точної дати – число, місяць, рік.
- Час: за зовнішнім виглядом і призначенням аналогічний Даті і має на увазі точне введення годин, хвилин і секунд.

Найчастіше використовуємо запитання з короткою або довгою відповіддю і вибір одного або кількох варіантів відповіді із запропонованих.

Вчитель має можливість налаштувати тест. Налаштування форми мають три вкладки: Загальна, Презентація та Тести.

На вкладці Загальна ставимо прапорець "Учасники опитування можуть: Переглянути підсумкові діаграми й текстові відповіді. На вкладці Презентація знімаємо прапорець "Показувати посилання для повторного заповнення форми". Прапорець "Показати панель перебігу" проставляємо для форми, яка складається з кількох розділів. Прапорець "Перемішати запитання" використовуємо для тестів, у яких порядок запитань не має значення. На вкладці Тести вказуємо чи будуть оцінюватися запитання: "Увімкнути/вимкнути оцінки". Якщо оцінки ввімкнено, стають доступними прапорці "Показувати оцінку: одразу після надсилання форми", "Респондент може бачити...". Кількість балів доцільно показувати, як і незараховані відповіді. Після зміни налаштувань натискаємо кнопку "Зберегти"

Кнопка "Надіслати" дозволяє відправити форму на адресу електронної пошти, або отримати посилання на неї, або отримати код, який дозволяє вбудувати форму в сайт або блог. Найзручніший варіант: отримати коротке посилання на форму і розмістити його на загальнодоступному інтернет-ресурсі, наприклад, у записі в своєму блозі.

Отже, Google Forms один із найпопулярніших та найдоступніших порталів для оцінювання здобувачів освіти при методично виваженому використанні якого здійснюється сучасний навчальний процес в умовах змішаного і дистанційного навчання.. Переваги цього веб додатку зазначені та обгрунтовані у статті вище.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Опитування в google-forms URL: <https://sites.google.com/view/cloudinedu/google-forms/%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B2-google-forms>
2. Ігнат'єва А.І. Удосконалення дистанційного навчання студентів в системі безперервної освіти // Фізико-математична освіта: науковий журнал. 2017. Випуск 1(11).-С. 52-55.
3. Ковтонюк М.М. Сайт "Математичний аналіз і диференціальні рівняння вивчаю сам" в освітньому просторі студента вищого навчального закладу // Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності: зб. наук. праць за матеріалами Всеукр. наук.-практ. конф.,

18-19 травня 2017 р. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського [та ін.]. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2017. – С. 128-131.

4. google-forms URL: [https://www.google.com/intl/uk\\_ua/forms/about/](https://www.google.com/intl/uk_ua/forms/about/)

5. Урок "Створення сайтів засобами онлайн-системи". Освітній проект «На Урок» для вчителів. URL: <https://naurok.com.ua/urok-stvorennayasaytiv-zasobami-onlayn-sistemi-224745.html> (дата звернення: 19.06.2022).

6. Radkevych O. МОДЕЛЬ СИСТЕМИ РОЗВИТКУ ПРАВОВОЇ КУЛЬТУРИ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ЗАКЛАДІВ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ. Professional Pedagogics. 2020. Т. 1, № 20. С. 56–63. URL: <https://doi.org/10.32835/2707-3092.2020.20.56-63> (дата звернення: 19.06.2022).

7. Лекція 2. класифікація та принципи побудови систем моніторингу URL: <https://studfile.net/preview/5706386/> (дата звернення: 19.06.2022).

***Василинич Анастасія Володимирівна*** – студентка групи Б-216, Факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [vasilinichnasty@gmail.com](mailto:vasilinichnasty@gmail.com), тел. +380967993183

***Vasylynich Anastasiia V.*** – student of group B-21b, Department of Building, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [vasilinichnasty@gmail.com](mailto:vasilinichnasty@gmail.com), tel. +380967993183

## КРИТЕРІЙ ЗГОДИ МІЗЕСА-СМІРНОВА В СТАТИСТИЧНІЙ ОБРОБЦІ МЕДИЧНИХ ДАНИХ

<sup>1</sup> Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова

<sup>2</sup> Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Математичні методи аналізу даних широко використовують при дослідженні медичних систем і процесів. У клінічних дослідженнях часто виникає необхідність вибрати метод описової статистики та визначити, чи підпорядковуються кількісні дані закону нормального розподілу, оскільки розподіл багатьох статистичних даних є нормальним або може бути отриманий із нормального розподілу за допомогою деяких перетворень. В роботі розглянуто можливість аналітичного з'ясування, чи має ознака, задана варіаційним рядом, нормальний розподіл.*

**Ключові слова:** критерій згоди, варіаційний ряд, мембранний потенціал, рівень значущості, нормальний розподіл

### **Abstract**

*Mathematical methods of data analysis are widely used in the study of medical systems and processes. In clinical trials, it is often necessary to choose the method of descriptive statistics and determine whether quantitative data are subject to the law of normal distribution, as the distribution of many statistics is normal or can be obtained from the normal distribution by some transformations. The paper considers the possibility of analytical determination of whether a feature given by a variation series has a normal distribution.*

**Keywords:** agreement criterion, variation series, membrane potential, level of significance, normal distribution

### **Вступ**

Математичні методи аналізу даних широко використовують при дослідженні різноманітних систем і процесів – природних, технічних, екологічних, економічних, соціальних, медичних тощо [1, 2]. Усі медичні тести базуються на порівнянні зразків. Можна порівняти експериментальні та контрольні зразки, результати лікування різними препаратами, показники у хворих і здорових людей, чоловіків і жінок тощо.

У клінічних дослідженнях часто виникає необхідність вибору методу описової статистики та визначення, чи підпорядковуються кількісні дані закону нормального розподілу [3]. Розподіл багатьох статистичних даних є нормальним або може бути отриманий із нормального розподілу за допомогою деяких перетворень. У результаті перевірки вибірових розподілів було виявлено, що 69 (39,88 %) з них розподілені за нормальним законом, а розподіл 104 (60,12 %) вибірок не є нормальним [4]. Форма нормального розподілу залежить від двох параметрів: математичного сподівання ( $\mu$ ) та середнього квадратичного відхилення ( $\sigma^2$ ). Характеристикою нормального розподілу є те, що 68% усіх його спостережень лежать у діапазоні  $\pm 1$  стандартне відхилення середнього, а діапазон стандартного відхилення  $\pm 2$  містить 95% значень. Іншими словами, у нормальному розподілі нормовані спостереження, менше ніж  $-2$  або більше  $+2$  мають відносну частоту менше 5%. Крім того, у нормальному розподілі ознак параметричні критерії є більш потужними, ніж непараметричні, тобто вони мають менше шансів на помилку другого типу. При розподілах, відмінних від нормального, параметричні критерії можуть не застосовуватись. У цьому випадку використовують непараметричні критерії або вибірка змінюється до нормального закону. Знання закону розподілу вибірки дозволяє досліднику правильно вибрати критерії перевірки гіпотез та отримати статистично достовірні дані.

Існує міжнародний стандарт ISO 5479:1997 [5] для перевірки чи мають статистичні дані нормальний закон розподілу. Стандарт враховує графічний метод перевірки, критерії тесту на симетрію та на значення ексцесу, критерії Шапіро-Уїлка та Епса-Паллі. Тому актуальним є застосування критеріїв, які дозволяють аналітично з'ясувати, чи має ознака, задана варіаційним рядом, нормальний розподіл.

## Результати дослідження

Розглянемо ситуацію з дослідженням значення мембранного потенціалу м'язової клітини ( $x$ , мВ). Якщо позначити кількість досліджуваних з відповідним значенням потенціалу через  $m_x$ , то результати утворюють варіаційний ряд, який наведено в таблиці 1.

**Таблиця 1. Варіаційний ряд значення мембранного потенціалу м'язової клітини**

$x$ , мВ	29	30	31	32	33	34	35	36	37
$m_x$	1	7	6	9	0	10	8	9	0

Потрібно з'ясувати, чи має місце нормальний закон розподілу досліджуваної ознаки на рівні значущості  $\alpha = 0,05$ .

Визначаємо спочатку оцінки математичного сподівання й стандартного відхилення:

$$n = \sum_{i=1}^9 m_i = 50; \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^9 m_i x_i = 33,14; \quad \overline{x^2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^9 m_i x_i^2 = 1103; \quad \sigma = \sqrt{\frac{n(\overline{x^2} - \bar{x}^2)}{n-1}} = 2,42. \quad (1)$$

Формулюємо гіпотези і задаємо рівень значущості:

$H_0$ : мембранний потенціал (мВ) м'язової клітини має функцію нормального розподілу:

$$F_N(x; 33,14; 2,42) = \Phi\left(\frac{x - 33,14}{2,42}\right); \quad (2)$$

$H_1$ : мембранний потенціал м'язової клітини має інший закон розподілу; рівень значущості  $\alpha = 0,05$ .

Критерієм перевірки гіпотез обираємо критерій Мізеса-Смірнова [6]. Оскільки параметри нормального розподілу визначені за даними вибірки, то критичне значення визначається за формулою:

$$(n \omega^2)^* = n \omega_1^2(\alpha = 0,05) \left(1 + \frac{1}{2n}\right) = 0,126 \cdot \left(1 + \frac{1}{100}\right) = 0,127. \quad (3)$$

Доповнимо варіаційний ряд, заданий таблицею 1, номерами значень ознаки та значеннями нормальної функції розподілу (див. табл. 2)

**Таблиця 2. Доповнений номерами значень та значеннями нормальної функції розподілу варіаційний ряд**

$x$ , мВ	$m_x$	$i$	$\Phi\left(\frac{x - 33,14}{2,42}\right)$
29	1	1	$\Phi(-1,7) = 0,045$
30	7	$(\overline{2,8})$	$\Phi(-1,3) = 0,097$
31	6	$(\overline{9,14})$	$\Phi(-0,88) = 0,189$
32	9	$(\overline{15,23})$	$\Phi(-0,5) = 0,309$
34	10	$(\overline{24,33})$	$\Phi(0,35) = 0,637$
35	8	$(\overline{34,41})$	$\Phi(0,76) = 0,776$
36	9	$(\overline{42,50})$	$\Phi(1,18) = 0,881$

Розрахуємо емпіричне значення критерію  $n \omega_e^2$ :



$$n\omega_e^2 = \frac{1}{12 \cdot 50} + \left(0,045 - \frac{1}{100}\right)^2 + \sum_{i=2}^8 \left(0,097 - \frac{2i-1}{100}\right)^2 + \sum_{i=9}^{14} \left(0,189 - \frac{2i-1}{100}\right)^2 + \sum_{i=15}^{23} \left(0,309 - \frac{2i-1}{100}\right)^2 + \sum_{i=24}^{33} \left(0,637 - \frac{2i-1}{100}\right)^2 + \sum_{i=34}^{41} \left(0,776 - \frac{2i-1}{100}\right)^2 + \sum_{i=42}^{50} \left(0,881 - \frac{2i-1}{100}\right)^2 = 0,0016 + 0,001225 + 0,011543 + 0,012766 + 0,057489 + 0,09229 + 0,027168 + 0,031569 = 0,23565.$$

### Висновки

Оскільки емпіричне значення більше критичного  $n\omega_e^2 > (n\omega^2)^*$ , то нульгіпотеза відхиляється і розподіл досліджуваної ознаки не описується функцією розподілу  $F_N(x; 33,14; 2,42)$ , а отже даний розподіл не має всіх властивостей нормального закону.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. . Громадське здоров'я: підручник для студ. вищих мед. навч. закладів. - Вид. 3 – Вінниця: «Нова книга», 2013. – 560 с.
2. . Мінцер О.П. Оброблення клінічних і експериментальних даних у медицині: навч. посібник / О.П. Мінцер, Ю.В. Вороненко, В.В. Власов - К.: Вища шк., 2003. - 350 с.
3. Medical Statistics at a Glance Text and Workbook. Aviva Petria, Caroline Sabin. – Wiley-Blackwell, 2013. – 288 p.
4. М. А. Іванчук, П. Р. Іванчук Нормальний закон розподілу в медичних дослідженнях/ *Медична інформатика та інженерія*. -№1, 2013. – С. 48-52.
5. ISO 5479:1997(en) Statistical interpretation of data – Tests for departure from the normal distribution: веб-сайт. URL: :<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:5479:ed-1:v1:en> (дата звернення: 10.05.2022).
6. Личковський Е. І. Вища математика. Теорія наукових досліджень у фармації та медицині: підручник / Е. І. Личковський, П. Л. Свердан. – К.: Знання, 2021. – 476 с.

**Кавецька Анастасія Вячеславівна**, Вінницький національний медичний університет, 1-й медичний факультет, 2-й курс, група 13 А, [ankavecka@gmail.com](mailto:ankavecka@gmail.com)

**Сачанюк-Кавецька Наталія Василівна**, к. т. н., доцент, Вінницький національний технічний університет, кафедра вищої математики, [skn1901@gmail.com](mailto:skn1901@gmail.com)

**Kavetska Anastasia V.** – student, medical faculty, group 13-A, Vinnytsia National Medical University, Vinnytsia, e-mail: [ankavecka@gmail.com](mailto:ankavecka@gmail.com)

**Sachaniuk-Kavetska Natalia V.** Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University, [skn1901@gmail.com](mailto:skn1901@gmail.com)

# ІСНУВАННЯ СТОЯЧИХ ХВИЛЬ З ПЕРІОДИЧНОЮ АМПЛІТУДОЮ В ДИСКРЕТНОМУ РІВНЯННІ КЛЕЙНА-ГОРДОНА З КУБІЧНОЮ НЕЛІНІЙНІСТЮ

<sup>1</sup>Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

## Анотація

Одержано результат про існування стоячих хвиль з періодичною амплітудою в дискретному рівнянні Клейна-Гордона з кубічною нелінійністю. Для цього використано варіаційну техніку з використанням теореми про зачеплення.

**Ключові слова:** дискретне рівняння Клейна-Гордона, стоячі хвилі, періодична амплітуда, критичні точки, теорема про зачеплення.

## Abstract

The result of the existence of standing waves with periodic amplitude in the discrete Klein-Gordon equation with cubic nonlinearity is obtained. For this purpose, a variational technique using the linking theorem was used.

**Keywords:** discrete Klein-Gordon equation, standing waves, critical points, linking theorem.

Дискретні нескінченновимірні гамільтонові системи широко використовуються для моделювання складних квантових і оптичних явищ. Серед таких систем найбільш відомими є системи типу Фермі-Пасти-Улама, дискретне нелінійне рівняння Шредінгера, дискретне рівняння Клейна-Гордона.

Важливими класами розв'язків таких рівнянь є біжучі і стоячі хвилі. В статтях [1-3; 5-7; 9; 10] досліджено питання існування біжучих хвиль різних видів в рівняннях типу Клейна-Гордона. В статтях [4; 12-14; 16-17] досліджувалось питання існування стоячих хвиль в дискретних нелінійних рівняннях типу Шредінгера. Питання існування і стійкості стоячих хвиль для рівнянь типу Клейна-Гордона вивчалось в працях [8; 11; 18; 19].

Будемо вивчати дискретне нелінійне рівняння Клейна-Гордона:

$$\ddot{q}_n - (\Delta q)_n + m^2 q_n - f(q_n) = 0, \quad n \in \mathbb{Z}, \quad (1)$$

де  $q_n = q_n(t)$  – узагальнена координата  $n$ -го осцилятора в момент часу  $t$ ,  $(\Delta q)_n = q_{n+1} + q_{n-1} - 2q_n$  – одновимірний дискретний оператор Лапласа. Рівняння (1) представляє собою нескінченну систему звичайних диференціальних рівнянь.

У цій статті ми будемо вивчати рівняння (1) із кубічною нелінійністю:

$$f(r) = d_n |r|^2 r, \quad \{d_n\} \subset \mathbb{R}.$$

Будемо шукати розв'язки системи (1) у вигляді стоячих хвиль

$$q_n(t) = u_n \exp(-i\omega t), \quad (2)$$

де  $\{u_n\} \subset \mathbb{R}$  називається амплітудою стоячої хвилі, а  $\omega \in \mathbb{R}$  – частотою. Підставляючи стоячу хвилю (2) в рівняння (1), одержуємо рівняння

$$-\Delta u_n - (\omega^2 - m^2)u_n = d_n |u_n|^2 u_n, \quad n \in \mathbb{Z}. \quad (3)$$

Позначимо через  $(Lu)_n = a_n u_{n+1} + a_{n-1} u_{n-1} + b_n u_n$  і розглянемо більш загальне рівняння

$$(Lu)_n - \omega^2 u_n = d_n |u_n|^2 u_n, \quad n \in \mathbb{Z}. \quad (4)$$

Всюди далі припускається, що виконується умова періодичності

(i) існує таке  $N \in \mathbb{N}$ , що коефіцієнти  $a_n$ ,  $b_n$  і  $d_n \in N$ -періодичними, тобто  $a_{n+N} = a_n$ ,  $b_{n+N} = b_n$  і  $d_{n+N} = d_n$ .

Зауважимо, що оператор  $L$  є обмеженим і самоспряженим у просторі  $l^2$ . Його спектр  $\sigma(L)$  має групову структуру, тобто  $\sigma(L) \in \text{об'єднанням скінченного числа відрізків}$  (див. [15]). Доповнення  $\mathbb{R} \setminus \sigma(L)$  складається зі скінченного числа інтервалів, які називаються спектральними проміжками. Два з них напівскінченні. Якщо  $N = 1$ , то скінченні проміжки не існують. Однак, у загальному випадку скінченні проміжки існують і найбільш цікавий випадок, коли  $\omega^2$  належить скінченному проміжку.

Нехай

$$\omega^2 \in (a; b),$$

де  $(a, b)$  – довільний фіксований спектральний проміжок оператора  $L$ .

Будемо вивчати стоячі хвилі з періодичною амплітудою, тобто

$$u_{n+kN} = u_n, \quad (5)$$

де  $k \in \mathbb{N}$  – фіксоване.

Позначимо через  $l_k^2$  простір всіх  $kN$ -періодичних послідовностей. Це скінченновимірний простір зі скалярним добутком

$$(u, v)_k = \sum_{(n, m) \in Q_k} u_{n, m} v_{n, m}$$

та нормою

$$\|u\|_k = \left( \sum_{(n, m) \in Q_k} |u_{n, m}|^2 \right)^{\frac{1}{2}},$$

де

$$Q_k = \left\{ (n, m) \in \mathbb{Z}^2 : -\left[ \frac{kN}{2} \right] \leq n, m \leq kN - \left[ \frac{kN}{2} \right] - 1 \right\},$$

і  $\left[ \frac{kN}{2} \right]$  – ціла частина  $\frac{kN}{2}$ .

На просторі  $l_k^2$  розглянемо функціонал

$$J_k(u) = \frac{1}{2} (L_k u - \omega^2 u, u)_k - \frac{1}{4} \sum_{n \in Q_k} d_n u_n^4, \quad (6)$$

де  $L_k$  – оператор  $L$ , який діє в просторі  $l_k^2$ .

За зроблених припущень функціонал  $J_k$  належать класу  $C^1$ , а його похідна визначається формулою

$$\langle J'_k(u), h \rangle = (L_k u - \omega^2 u, h)_k - \sum_{n \in Q_k} d_n u_n^3 h_n, \quad u, h \in l_k^2.$$

Крім того, критичні точки функціонале (6) є розв'язками рівняння (4) з простору  $l_k^2$ . Таким чином, рівняння (4) є рівнянням Ейлера-Лагранжа для функціоналу дії  $J_k$  у просторі  $l_k^2$ . Це рівняння завжди має нульовий розв'язок, тому нас цікавлять нетривіальні критичні точки даного функціоналу.

Виявляється, що функціонал  $J_k$  задовольняє умови теореми про зачеплення, а отже, має нетривіальні критичні точки. Звідси одержується основний результат статті:

**Теорема 1.** *Нехай виконується умова (i),  $d_n > 0$  для всіх  $n \in \mathbb{Z}$ ,  $\omega^2 \in (a; b)$  та  $b \neq +\infty$ . Тоді для будь-якого  $k \geq 1$  рівняння (4) має нетривіальний  $kN$ -періодичний розв'язок  $u \in l_k^2$ .*

Оскільки спектр оператора  $-\Delta + t^2$  є відрізком  $[t^2, t^2 + 4]$ , то з теореми 1 одержуємо наслідок:

**Наслідок 1.** *Нехай  $d_n > 0$  для всіх  $n \in \mathbb{Z}$  та  $\omega^2 < t^2$ . Тоді для будь-якого  $k \geq 1$  рівняння (3) має нетривіальний  $kN$ -періодичний розв'язок  $u \in l_k^2$ .*

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Bak S. M. Existence of heteroclinic traveling waves in a system of oscillators on a two-dimensional lattice. *Journal of Mathematical Sciences*. 2016. Vol. 217, № 2 (August). P. 187-197.
2. Bak S. M. Homoclinic traveling waves in discrete sine–Gordon equation with nonlinear interaction on 2D lattice. *Matematychni Studii*. 2019. Vol. 52, № 2. P. 176-184.
3. Bak S. The existence of heteroclinic traveling waves in the discrete sine-Gordon equation with nonlinear interaction on a 2D-lattice. *Journal of mathematical physics, analysis, geometry*. 2018. Vol. 14, № 1. P. 16-26.
4. Bak S., Kovtonyuk G. Existence of standing waves in DNLS with saturable nonlinearity on 2D lattice. *Communications in Mathematical Analysis*. 2019. Vol. 22, № 2. P. 18–34.
5. Bates P.W., Zhang C. Traveling pulses for the Klein-Gordon equation on a lattice or continuum with long-range interaction. *Discrete Contin. Dyn. Syst.* 2006. Vol. 16, № 1. P. 235-252.
6. Braun O.M., Kivshar Y.S. Nonlinear dynamics of the Frenkel-Kontorova model. *Physics Repts*. 1998. Vol. 306. P. 1-108.
7. Braun O.M., Kivshar Y.S. The Frenkel-Kontorova model. Berlin: Springer, 2004. 427 p.
8. Ghimenti M., Le Coz S., Squassina M. On the stability of standing waves of Klein-Gordon equations in a semiclassical regime. *Discr. Cont. Dyn. Syst.*, 2013. Vol. 33, №6. P. 2389-2401.
9. Iooss G., Pelinovsky D. Normal form for travelling kinks in discrete Klein-Gordon lattices. *Physica D*, 2006. Vol. 216. P. 327-345.
10. Kreiner C. F., Zimmer J. Travelling wave solutions for the discrete sine–Gordon equation with nonlinear pair interaction. *Nonlinear Analysis: Theory Methods & Applications*. 2009. Vol. 70, № 9. P. 3146–3158.
11. Morgante A. M., Johansson M., Kopidakis G., Aubry S. Standing waves in 1D nonlinear lattices. *Nonlinear and Disorder: Theory and Applications*. Kluwer Academic Publishers, 2001. P. 205-211.
12. Pankov A. Gap solitons in periodic discrete NLS equations. *Nonlinearity*, 2006. Vol. 19. P. 27–40.
13. Pankov A. Gap solitons in periodic discrete nonlinear Schrödinger equation, II: Generalized Nehari manifold approach. *Discr. Cont. Dyn. Syst. A*. 2007. Vol. 19, № 2. P. 419–430.
14. Pankov A., Rothos V. Periodic and decaying solutions in DNLS with saturable nonlinearity. *Proc. Royal Society A*, 2008. Vol. 464. P. 3219–3236.
15. Teschl G. Jacobi Operators and Completely Integrable Nonlinear Lattices. Providence, R. I. : American Math. Soc. 2000. 251 p.
16. Бак С. М. Існування стоячих хвиль в дискретному нелінійному рівнянні Шредінгера з кубічною нелінійністю на двовимірній ґратці. *Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки: зб. наук. праць*, 2017. Вип. 16. С. 21-29.
17. Бак С. М. Існування стоячих хвиль для дискретного нелінійного рівняння типу Шредінгера із насичуваною нелінійністю. *Математичні студії*, 2010. Т. 33, №1. С. 78–84.
18. Бак С. М. Стоячі хвилі в дискретних рівняннях типу Клейна-Гордона із насичуваними нелінійностями. *Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки: зб. наук. праць*. 2021. Вип. 22. С. 5-19.
19. Бак С. М. Стоячі хвилі в дискретних рівняннях типу Клейна-Гордона зі степеневими нелінійностями. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: математика та інформатика*. Том 39, № 2. 2021. С. 7-21.

**Бак Сергій Миколайович** — докт. фіз.-мат. наук, професор кафедри математики та інформатики, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

**Bak Sergiy M.** — Dr. Sc. (Phys.-Math.), Professor of Department of Mathematics and Computer Science, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University

**Ковтонюк Галина Миколаївна** — канд. пед. наук, доцент кафедри математики та інформатики, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

**Kovtonyuk Galyna M.** — Cand. Sc. (Ped.), Associate Professor of Department of Mathematics and Computer Science, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University

**Горбачова Юлія Вікторівна** — студентка факультету математики, фізики і комп'ютерних наук, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

**Gorbachova Yuliya Viktorivna** — student of the Faculty of Mathematics, Physics and Computer Science, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University

В.Д. Дереч

## СТРУКТУРНО ОДНОРІДНА НАПІВГРУПА, ЯКА Є ІДЕАЛЬНИМ РОЗШИРЕННЯМ ГРУПИ ЗА ДОПОМОГОЮ НІЛЬНАПІВГРУПИ $L$

ВНТУ

Анотація

*Ми конструємо скінченну структурно однорідну напівгрупу, яка є ідеальним розширенням групи за допомогою нільнапівгрупи  $L$  (напівгрупа  $L$  задається у вигляді таблиці Келлі).*

**Ключові слова:** структурно однорідна напівгрупа, інверсний моноїд, локальний автоморфізм.

Abstract

*We construct a finite structurally uniform semigroup which is an ideal extension of the group by a nilsemigroup  $L$  (the semigroup  $L$  is given in the form of a Cayley table).*

**Keywords:** structurally uniform semigroup, inverse monoid, local automorphism.

Нехай  $S$  – довільна математична структура. Ізоморфізм між двома її підструктурами називається **локальним автоморфізмом** структури  $S$ . Відомо, що множина всіх локальних автоморфізмів математичної структури  $S$  відносно операції композиції бінарних відношень утворює інверсний моноїд, який позначається через  $LAut(S)$ . Вивчення взаємозв'язків між властивостями структури  $S$  і властивостями інверсного моноїда  $LAut(S)$  є актуальною проблемою теорії інверсних напівгруп. Результати досліджень на цю тему можна знайти в багатьох статтях (див., наприклад, [1-8]). Зокрема в статті [6] наведено вичерпний список скінченних напівгруп, для яких інверсний моноїд локальних автоморфізмів є конгруенц-переставною напівгрупою. В статті [7] сконструйовані всі (з точністю до ізоморфізму) скінченні напівгрупи  $S$ , для яких інверсний моноїд  $LAut(S)$  є дельта-напівгрупою. Ми продовжуємо дослідження на цю тему. Зазначимо такий факт (див. [6,7]): якщо інверсний моноїд  $LAut(S)$  є конгруенц-переставним (або дельта-напівгрупою), то решітка ідеалів моноїда  $LAut(S)$  є лінійно впорядкованою відносно включення. Відомо (див. [8]), що ідеали інверсного моноїда  $LAut(S)$  утворюють ланцюг тоді і лише тоді, коли піднапівгрупи однакової висоти в решітці  $Sub(S)$  є ізоморфними. Для подальшої зручності введемо таке означення: скінченна напівгрупа  $S$  називається **структурно однорідною**, якщо дві її піднапівгрупи однакової висоти в решітці  $Sub(S)$  є ізоморфними. Автором з'ясовано (цей результат ще не опубліковано), що скінченна напівгрупа  $S$  є структурно-однорідною, якщо  $S$  є або групою, або нільнапівгрупою, або в'язкою, або розширенням групи за допомогою нільнапівгрупи. В [9] наведено вичерпний список скінченних структурно однорідних груп. А саме:

**ТЕОРЕМА 1.** Скінченна група  $G$  є структурно однорідною тоді і лише тоді, коли  $G$  або циклічна група порядку  $p^n$ , де  $p$  – просте число, або група кватерніонів  $Q_8$ , або елементарна Абелева група, або група Гайзенберга  $Heis(Z_p)$ , де  $p$  – просте непарне число.

В статті [8] наведено вичерпний список скінченних структурно-однорідних в'язок. А саме:

ТЕОРЕМА 2. Скінченна в'язка  $S$  є структурно однорідною тоді і лише тоді, коли  $S$  або лінійно впорядкована напіврешітка, або примітивна напіврешітка, або напівгрупа правих нулів, або напівгрупа лівих нулів.

Подальша наша мета – конструювання скінченних структурно однорідних напівгруп, кожна з яких є ідеальним розширенням групи за допомогою нільнапівгрупи. Слід зазначити, що загальна конструкція для побудови ідеального розширення групи за допомогою нільнапівгрупи дана в статті А.Кліффорда [10]. Проблема полягає в тому, щоб серед таких напівгруп виділити структурно однорідні напівгрупи. Важливу роль в наших дослідженнях відіграють наступні леми:

ЛЕМА 1. Нехай група  $G$  ( $|G| \geq 2$ ) є ідеалом структурно-однорідної напівгрупи  $S$ . Якщо фактор-напівгрупа  $S/G$  (по конгруенції Ріса) є нетривіальною нільнапівгрупою, то група  $G$  є циклічною.

ЛЕМА 2. Нехай скінченна напівгрупа  $S$  є ідеальним розширенням групи  $G$  за допомогою нільнапівгрупи  $H$ . Якщо напівгрупа  $S$  є структурно однорідною, то фактор-напівгрупа  $S/G$  є структурно однорідною нільнапівгрупою.

Автору відомий повний список скінченних структурно однорідних нільнапівгруп (цей результат ще не опубліковано). Серед таких напівгруп є спорадична нільнапівгрупа  $L$ , яка задається таблицею Келі:

*	0	z	$x_1$	$x_2$	$x_3$
0	0	0	0	0	0
z	0	0	0	0	0
$x_1$	0	0	0	z	0
$x_2$	0	0	0	0	z
$x_3$	0	0	z	0	0

В даному повідомленні ми конструюємо скінченну структурно однорідну напівгрупу, яка є ідеальним розширенням групи за допомогою нільнапівгрупи  $L$ . Нехай  $G$  -- циклічна група порядку  $p^n$ , де  $p$  – просте непарне число. В групі  $G$  зафіксуємо твірний елемент  $a$  такий, що елемент  $a^2$  теж є твірним елементом групи  $G$ . На множині  $G \cup X$ , де  $X = \{x_1, x_2, x_3, z\}$ , визначимо бінарну операцію  $*$  наступним чином: на  $X$  операцію задаємо таблицею Келі:

*	$x_1$	$x_2$	$x_3$	z
$x_1$	$a^2$	z	$a^2$	$a^3$
$x_2$	$a^2$	$a^2$	z	$a^3$
$x_3$	z	$a^2$	$a^2$	$a^3$
z	$a^3$	$a^3$	$a^3$	$a^4$

Залишається визначити операцію множення елементів групи  $G$  на елементи множини  $X$ : якщо  $x \in \{x_1, x_2, x_3\}$ , то  $a^k * x = x * a^k = a^{k+1}$ ,  $a^k * z = z * a^k = a^{k+2}$  для будь-якого  $a^k \in G$ . (Зрозуміло, що на групі  $G$  бінарна операція  $*$  збігається з заданою операцією на  $G$ ).

Таким чином сконструйована напівгрупа на множині  $G \cup X$  є ідеальним розширенням групи  $G$  за допомогою нільнапівгрупи  $L$ . Крім того вона є структурно однорідною.

Будь-яка скінченна структурно однорідна напівгрупа, яка є ідеальним розширенням групи  $G$  за допомогою нільнапівгрупи  $L$  має вищенаведену структуру.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ganyushkin, O., Mazorchuk, V.: On the structure of On. Semigroup Forum, **66**, 455-483 (2003)
2. Goberstein, S.M.: Inverse semigroups with certain types of partial automorphism monoids. Glasgow Math. J., **32**, 189-195(1990)
3. Fernandes, V. H.: The monoid of all injective order preserving partial transformations on a finite chain. Semigroup Forum. **62**, 178-204(2001)
4. Dimitrova, I., Fernandes, V.H., Koppitz, J., Quinteiro, T.M.: Partial automorphisms and injective partial endomorphisms of a finite undirected path. Semigroup Forum.**103**, \$87-105\$ (2021)
5. Jajcay, R., Jajcayova, T., Szakacs, N., Szendrei, M.: Inverse monoids of partial graph automorphisms. Journal of Algebraic Combinatorics **53**, 829-849(2021)
6. Derech, V.D.: Complete classification of finite semigroups for which the inverse monoid of local automorphisms is a permutable semigroup. Ukr. Math. J., **68**, 1820-1828 (2017)
7. Derech, V.D.: Complete classification of finite semigroups for which the inverse monoid of local automorphisms is a delta-semigroup. Semigroup Forum **102**, 397-407(2021)
8. Derech, V.D.: Structure of a finite commutative inverse semigroup and a finite bundle for which the inverse monoid of local automorphisms is permutable. Ukrainian Mathematical Journal, **63**, 1390-1399(2012)
9. Derech V.D.: Finite structurally uniform groups and commutative nilsemigroups. Ukr. Math. J., **70**, 1237-1251 (2019)
10. Clifford A.H.: Extensions of semigroups. Trans. Amer. Math. Soc., **68**, 165-173 (1950)

*Дереч Володимир Дмитрович*, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри вищої математики Вінницького національного технічного університету, Вінниця, [derech@vntu.edu.ua](mailto:derech@vntu.edu.ua)

*Derech Volodymyr Dmytrovych*, PhD in Mathematics, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [derech@vntu.edu.ua](mailto:derech@vntu.edu.ua)

## ПРО ДЕЯКІ НАСЛІДКИ НЕКОРЕКТНОГО ЗАСТОСУВАННЯ В ПРИКЛАДНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ МАТЕМАТИЧНОЇ ТЕОРІЇ КАТАСТРОФ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

### Анотація

На прикладах моделей типу «збірка» показано, що не завжди використання при моделюванні математичної теорії катастроф приводить до адекватного відображення процесів, що моделюються.

**Ключові слова:** моделювання, теорія катастроф, модель типу «збірка», некоректність застосування.

### Abstract

On the examples of models as "collection" it is shown that not always using for the modeling of mathematical theory of catastrophes results in the adequate reflection of processes that is designed.

**Keywords:** modeling, theory of catastrophes, model as "collection", tactlessness of application.

### Вступ

Робота присвячена проблемі некоректного застосування математичних моделей для аналізу процесів чи явищ навколишнього світу з конкретизацією в напрямку використання математичної моделі типу «збірка» теорії катастроф, основи якої викладені в роботі [1], де показано також і те, що канонічна форма функції  $y = f(x, \alpha)$  для математичної моделі типу «збірка» має вигляд

$$y = f(x, \alpha) = x^4 + \alpha_1 \frac{x^2}{2} + \alpha_2 x, \quad (1)$$

а рівняння для визначення точок біфуркації процесу, який описується цією моделлю, набуває форми

$$y' = x^3 + c_1 x + c_2 = 0 \quad (2)$$

### Результати дослідження

На рисунку 1 дана геометрична інтерпретація випадку, коли траєкторія процесу, заданого моделлю (1), має точку біфуркації, тобто точку, з якої траєкторія під дією навіть невеликих збурень процесу в її околі може піти більше ніж в одному напрямку, а на рисунку 2 дана геометрична інтерпретація випадку, коли ця траєкторія точок біфуркації не має.

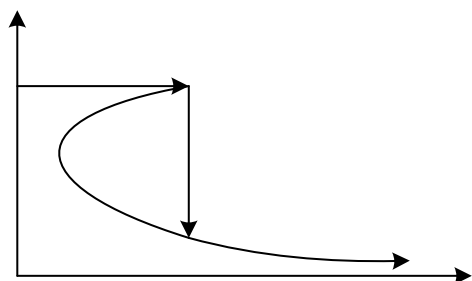


Рис. 1. Графічна інтерпретація наявності точки біфуркації

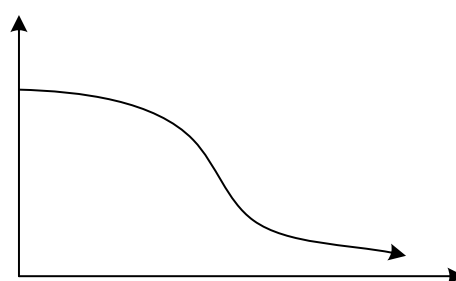


Рис. 2. Графічна інтерпретація відсутності точки біфуркації



Цілком очевидно, що факт присутності чи відсутності точок біфуркації на траєкторії процесу, що описується математичною моделлю (1), залежить від знаків та чисельного значення параметрів  $c_1, c_2$  у рівнянні (2), які у свою чергу залежать від знаків та чисельного значення параметрів  $\alpha_1, \alpha_2$  моделі (1).

Оскільки само визначення математичної теорії катастроф звучить модно і зазвичай, то досить часто науковці не математичного профілю намагаються застосовувати математичні моделі, визначені в ній, для моделювання процесів, що протікають в живій природі, у тому числі і пов'язаних з інтелектуальною діяльністю по переробці інформації та виробленню рішень як окремими особистостями та їх колективами. І нерідко ці процеси «підганяються» під моделі шляхом висунення штучних посилів, котрі або не мають реального підтвердження, або не мають реальних підстав для їх висунення. А це приводить до невірної трактовки процесів, що моделюються «підігнаними» під них моделями.

Одним із прикладів такої «підгонки» є результати моделювання математичною моделлю типу «збірки» інформаційного стану індивідуума та поведінки особистості в освітньому просторі, отримані в роботі [2], в якій побудована математична модель енерго-інформаційного стану людини з використанням безрозмірної змінної  $t$  у вигляді параметричного рівняння

$$\left(p + \frac{\alpha}{t^2}\right)(t - 1) = \gamma \quad (3)$$

та математична модель стану національного освітнього простору з використанням безрозмірної змінної  $N$  у вигляді параметричного рівняння

$$(E + \alpha N^2) \left(\frac{1-N}{N}\right) = q, \quad (4)$$

кожне з яких легко приводиться до вигляду (2), а тому може бути використане для визначення точок біфуркації математичної моделі типу «збірки», що характеризує ці стани. Для різних знакових і числових значень цих параметрів у роботі [2] знайдені точки біфуркації і побудовані траєкторії процесів, графічна інтерпретація яких приведена на рисунку 3, із якого витікає, що збільшення відносного числа людей, що навчаються  $N$ , відкладеного по осі абсцис, не завжди можна досягти збільшення інтелектуального потенціалу суспільства  $E$ , відкладеного по осі ординат. Але, як показано у нашій роботі [3], при адекватному визначенні параметрів рівнянь (3),(4) траєкторія процесу набуде вигляду, зображеного на рисунку 4, що свідчить про відсутність точок біфуркації і відповідає реаліям

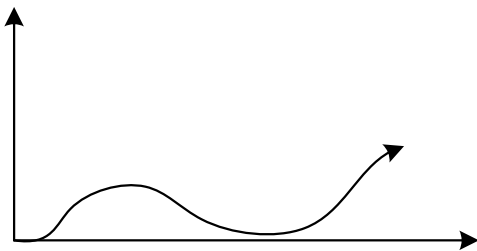


Рис. 3. Графічна інтерпретація процесу за наявності точки біфуркації

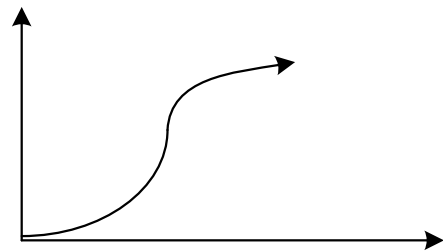


Рис. 4. Графічна інтерпретація процесу за відсутності точки біфуркації

### Висновки

А в якості висновку до цієї нашої роботи висловимо застереження усім, хто застосовуватиме математичні моделі теорії катастроф, щоб уважніше і реалістичніше формулювали вихідні передумови, за якими визначатимуться параметри моделей аби не мати результатів моделювання, що не відповідатимуть реаліям.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Касти Дж. Большие системы. Связность, сложность и катастрофы: пер. с англ. / Дж. Касти. – М.: Мир, 1982. – 216 с.
2. Приснякова Л. М. Системный анализ поведения личности: монография / Л. М. Приснякова Днепропетровск: Издатель Овсянников Ю.С., 2007. – 218 с.
3. Войцеховська О.О. Моделювання процесу оцінювання інтелектуального стану суспільства / О. О. Войцеховська, Б. І. Мокін, Д.О. Шалагай // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2019. – №5 – С. 49 – 55.

**Мокін Борис Іванович** – академік НАПН України, д-р техн. наук, професор, професор кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: borys.mokin@gmail.com.

**Войцеховська Ольга Олександрівна** – аспірантка кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: olgav1085@gmail.com.

**Mokin Borys I.** – Academician of NAPS of Ukraine, Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of System Analysis and Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: borys.mokin@gmail.com.

**Voitsekhovska Olha O.** – Post-Graduate Student of the Chair of System Analysis and Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olgav1085@gmail.com.

## МЕТОД ЕКСТРАПОЛЯЦІЇ ТРЕНДІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗУВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*У статті розкрито сутність методу екстраполяції трендів, наведено та розглянуто приклад розрахунку методу на основі даних фінансової звітності приватного акціонерного товариства «Рівненська кондитерська фабрика»*

**Ключові слова :** метод, екстраполяція, тренд, економіка, рівняння, підприємство, прогнозування, тенденція.

### *Abstract*

*The article reveals the essence of the method of extrapolation of trends, gives and considers an example of calculating the method based on the financial statements of the private joint-stock company "Rivne Confectionery"*

**Keywords:** method, extrapolation, trend, economics, equation, enterprise, forecasting, trend.

### **Вступ**

Економічне прогнозування – система наукових передбачень, напрямів і тенденцій майбутнього стану економічної системи. Розробка економічного прогнозування здійснюється за допомогою комплексних методів обробки інформації про стан економічної системи, умов функціонування і закономірності розвитку. Прогнозування – це найбільш складний вид діяльності в системі досліджень. Воно є основним або завершальним етапом економічних досліджень, головні результати якого виробничі чи посередницькі підприємства закладають в основу програм своєї діяльності.

Метою роботи є дослідження методу екстраполяції трендів на прикладі приватного акціонерного товариства «Рівненська кондитерська фабрика».

### **Результати дослідження**

Екстраполяція тренду – один з основних методів прогнозування динаміки ринку. Сутність методу полягає в тому, що на основі динамічного ряду статистичних даних визначається основна тенденція зміни (тренд), і ця тенденція поширюється на майбутнє (в межах періоду прогнозування).

Зазвичай дотримуються емпіричного правила, згідно до якого період прогнозування, або термін випередження прогнозу, не повинен перевищувати третьої частини довжини бази прогнозу. На приклад, для прогнозу на 1 рік бажано мати статистичні дані не менш як за 3 роки. Застосування екстраполяції можливе лише за наступних умов: у часовому ряді існує статистично значуща тенденція; досліджуваний процес є інерційним, тобто закономірності, що існували в минулому, зберігатимуться й у майбутньому; фактори, що визначають розвиток процесу, залишаються незмінними. Залежно від особливостей зміни рівнів ряду динаміки методи екстраполяції можуть бути простими і складними

Лінія тренду є одним з найважливіших інструментів, що використовуються технічними аналітиками. Замість того, щоб дивитись на результати минулого бізнесу чи інші фактори, технічні аналітики шукають тенденції щодо цінних дій. Трендова лінія допомагає технічним аналітикам визначити поточний напрямок ринкових цін.

Технічні аналітики вважають, що ця тенденція – помічник, і виявлення цієї тенденції – це перший крок у процесі створення хорошої торгівлі. Коефіцієнт детермінації — статистичний показник, що використовується в статистичних моделях як міра залежності варіації залежної змінної від варіації незалежних змінних. Іншими словами, чисельно показує, яка частина варіації залежної змінної пояснена моделлю. Вказує, наскільки отримані спостереження підтверджують модель.

Розглянемо метод екстраполяції трендів на прикладі розрахунку на основі даних за 11 років фінансової звітності ПРАТ «Рівненська кондитерська фабрика». Побудуємо лінію тренду, рівняння тренду, визначимо коефіцієнт детермінації та спрогнозуємо чистий дохід підприємства на наступні 4 роки .

Таблиця 1- Вихідні дані підприємства за 11 років

Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Чистий дохід, тис.,грн.	58432	52350	45964	42964	37662	18548	18856	17506	20256	23470	18748

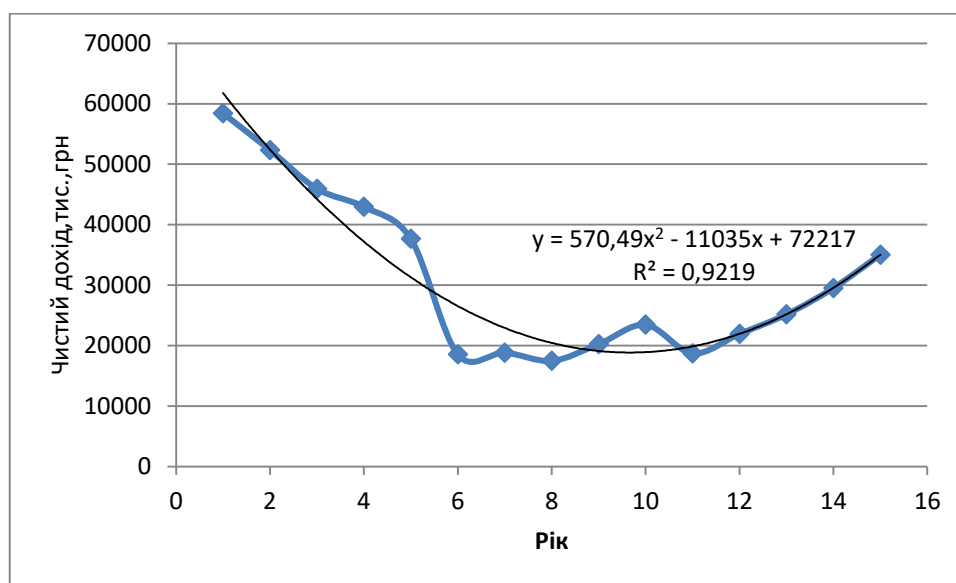


Рис.1- Динаміка чистого доходу підприємства

За допомогою побудованого рівняння тренду прогноз чистого доходу на наступні чотири роки складе: 21951,36; 25178,36; 29546,24 та відповідно 35055 тис. грн. Повторюючи динаміку попередніх років, показник зростає. Однак, за цим методом основним фактором, який визначає результативний показник, є номер періода. Тому прогноз може виявитись неякісним.

### Висновки

Отже, розглянуто приклад застосування методу екстраполяції трендів на основі даних фінансової звітності приватного акціонерного товариства «Рівненська кондитерська фабрика», та спрогнозовано чистий дохід підприємства на наступні, але прогнозовані дані на наступні роки є не досить точними, адже вони розраховані без впливу політичного, природного, технологічного середовища.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гаркуша Н.М., Цуканова О.В., Горошанська О.О. Моделі і методи прийняття рішень в аналізі: навчальний посібник, 2012. 178с.
2. Яренко А.В. Систематизація кількісних методів прогнозування кон'юнктури ринку в маркетингових дослідженнях: економічний науковий журнал.2015. 11с.
3. Кучеренко Т.С., Уланчук В.С., Шайко О.Г. Звітність підприємств: Підручник / За ред. В.С. Уланчука. – К.: Знання, 2008. – 492 с.
4. Фінансова звітність підприємства [https://smida.gov.ua/db/feed/showform/fin\\_general/59766](https://smida.gov.ua/db/feed/showform/fin_general/59766)

**Остапчук Карина Русланівна** — студент групи П-206, Факультет менеджменту та інформаційної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [ostapcukkarina467@gmail.com](mailto:ostapcukkarina467@gmail.com)

**Безсмертна Оксана Владиславівна** - кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри підприємництва, логістики та менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. e-mail: [bezsmertna@vntu.edu.ua](mailto:bezsmertna@vntu.edu.ua)

**Ostapchuk Karyna Ruslanivna** — student of group П-206, Faculty of Management and Information Security, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia.

**Oksana V. Bezsmertna** - PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Entrepreneurship, Logistics and Management, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa.

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ФУНКЦІЇ ОДНІЄЇ ТА БАГАТЬОХ ЗМІННИХ

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

### *Анотація.*

*У даній роботі розглянуто практико-орієнтовані задачі економічного змісту, вирішення яких можливе з використанням функції двох та багатьох змінних, обґрунтовано ефективність розв'язування таких задач за допомогою знаходження екстремуму цих функцій, а також використання систем комп'ютерної математики для розв'язання таких задач.*

**Ключові слова:** математичне моделювання, економічні задачі, екстремум функції двох та багатьох змінних, системи комп'ютерної математики.

### *Annotation*

*This paper considers practice-oriented problems of economic content, which can be solved using the function of two and many variables, substantiates the effectiveness of solving such problems by finding the extremum of these functions, as well as the use of computer mathematics to solve such problems.*

**Keywords:** mathematical modeling, economic problems, extremum functions of two and many variables, computer mathematics systems.

Низка економічних задач зводиться до вивчення зв'язків економічних величин, записаних у вигляді функцій. Зазвичай в економіці потрібно знайти найоптимальніше значення того чи іншого показника, наприклад: найвищу продуктивність праці, максимальний прибуток чи мінімальні витрати та інші. Кожен з цих показників – функція однієї чи кількох змінних. Для прикладу, випуск товару можна розглядати як функцію витрат праці і капіталу. Таким чином, розв'язання економічної задачі зводиться до розв'язання математичної, а саме- знаходження екстремуму функції однієї або багатьох змінних.

Метою даної роботи є вивчення основних принципів та інструментарію постановки практико-орієнтованих задач з економіки, побудови їх математичних моделей.

Неможливо уявити економіку без математичного моделювання. Але, перш ніж описувати тісний зв'язок математичного моделювання та економіки, дамо кілька ключових означень.

Модель – спеціально створений об'єкт, на якому відтворюються принципи внутрішньої організації або функціонування, визначені характеристики досліджуваного об'єкта з метою дослідження його форми, співвідношень, властивостей [1].

Математична модель – це абстракція реальності, в якій відношення між реальними елементами (тими, що цікавлять дослідника), замінюють відповідними відношеннями між математичними категоріями. Такі відношення можуть бути представлені у вигляді рівнянь, нерівностей, їх систем тощо [2].

Економіко-математична модель – вираження найсуттєвіших економічних законів, властивостей, взаємозв'язків досліджуваних об'єктів (процесів) у вигляді математичних функцій, нерівностей, рівнянь та їх систем.

Процес економіко-математичного моделювання можна умовно розділити на кілька етапів.


1. Постановка задачі.
2. Побудова економічної моделі задачі.
3. Побудова математичної моделі.
4. Дослідження моделі.
5. Оцінка отриманого результату.

Опишемо кожен з цих етапів та розглянемо їх реалізацію на конкретному прикладі.

1 етап. Постановка задачі. На цьому етапі здійснюється аналіз вхідних даних, відбувається пошук необхідної теоретичної інформації, проводиться якісний опис об'єкта, формується мета та задачі дослідження (рис.1).

### Задача

Єдина хлібопекарня селища випікає і продає тисячу буханок хліба за добу вартістю 8 грн за одну буханку. Протягом місяця 3% виручки від реалізації хліба буде направлятися на розширення виробництва. Відомо, що при збільшенні вкладень в виробництво в 1,5 рази – збільшується швидкість випічки хліба у 2 рази. Скільки буханок хліба в день буде випікати пекарня вкінці місяця?



На початку місяця

✓

1000 буханок хліба за добу


3% виручки на розширення виробництва

→

Вкінці місяця

?

буханок хліба за добу



При збільшенні вкладень в виробництво в 1,5 рази – збільшується швидкість випічки хліба у 2 рази

### ЗАДАЧІ НА ВИПУСК ПРОДУКЦІЇ

В найпростіших задачах з розрахунком кількості продукції, що випускається, передбачається можливість моментальної реалізації практично будь-якої кількості продукції по запропонованій виробником ціні, при відсутності конкуренції на ринку спостерігається **дефіцит** даної групи товарів або ж виготовляється **товар першої необхідності**. В умовах ж конкуренції чи швидкого насичення ринку кількість реалізованої продукції задається **кривою попиту  $p(y)$** , що виражає **залежність ціни  $p$  від кількості запропонованого товару  $y$** .

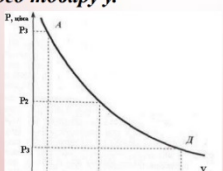


Рис.1 Крива попиту

Якщо в результаті реалізації продукції підприємство отримує прибуток, то йому **вигідно** деяку його частину направити на розширення виробництва, до того ж прийнято вважати, що **ріст інвестицій призводить до пропорційного збільшення швидкості виробництва**.

Відношення величини інвестицій до загального доходу підприємства називають долею або **нормою інвестицій**, а відношення величини інвестицій до швидкості виробництва – **показником ефективності інвестицій**.

Окрім внутрішніх інвестицій можуть бути також і зовнішні інвестиції (державні інвестиції і т. д.).




Рис. 1. Реалізація 1 етапу економіко-математичного моделювання

2 етап. Побудова економічної моделі задачі. Розробка описувальної моделі, де формулюються та обґрунтовуються показники і система основних припущень (рис.2).

### Розв'язання

#### I. ЕКОНОМІЧНА МОДЕЛЬ

Прийmemo за аргумент час  $t$ , а за шукану функцію – кількість спеченого хліба в момент часу  $t$ , тобто  $y(t)$ . Одиниця вимірювання  $t$  – доба.

Використаємо дані з задачі.

- Знайдемо виручку від реалізації товару.  
Відомо, що 1 буханка хліба коштує 8 грн – ця ціна є сталою, тоді  $y$  буханок -  $8y$  грн.
- 3% виручки від реалізації йде на розширення виробництва, тому  
 $8y \cdot 0,03 = 0,24y$  грн – йде на розширення виробництва.

- З пункту 1 і 2 можемо знайти норму інвестиції  
$$m = \frac{\text{величина інвестицій}}{\text{загальний дохід}} = \frac{0,24y}{8y};$$
- Збільшення вкладень виробництва в 1,5 рази спричиняє збільшення швидкості випічки хліба в 2 рази. Тому можемо знайти показник ефективності інвестицій  
$$l = \frac{\text{величина інвестицій}}{\text{швидкість виробництва}} = \frac{1,5}{2};$$

Рис.2. Реалізація 2 етапу економіко-математичного моделювання

3 етап. Створення математичної моделі економічної задачі. На цьому етапі математичною моделлю може бути функція, рівняння, нерівність тощо. Головне завдання – правильно скласти

математичну модель, врахувати всі чинники, вхідні дані та правильно сформулювати математичне завдання задачі (рис.3).

II. Тоді **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ** задачі матиме вигляд :

$$y' = mlpv;$$

Підставимо відомі величини:

$$y' = \frac{0,24y}{8v} \cdot \frac{1,5}{2} \cdot 8 \cdot y = 0,18y.$$

Математичну модель задачі можна отримати й легшим шляхом.

З умови задачі збільшення вкладень виробництва в 1,5 рази спричиняє збільшення швидкості випічки хліба в 2 рази.

Швидкість виробництва - це величина зміни обсягу випущеної продукції за одиницю часу, тому можемо позначити її як  $y' = \frac{dy}{dt}$ . Розмір вкладень в виробництво - 0,24 у грн (пункт 2), тому маємо наступне рівняння:

$$2 \cdot y' = 1,5 \cdot 0,24y, \text{ звідки}$$

$$y' = 0,18y.$$

Маємо також і початкову умову.

Перед початком вкладання у розширення виробництва, випікалось 1000 буханок хліба за день, тому

$$y(0) = 1000.$$

Рис.3. Реалізація 3 етапу економіко-математичного моделювання.

4 етап. Дослідження моделі. Вибір методів розв'язування та безпосереднє розв'язання задачі (рис.4).

**Знайдемо розв'язок математичної моделі**

$$y' = 0,18y;$$

$$\frac{dy}{dt} = 0,18y; \quad \left| \times \frac{dt}{y} \right.$$

$$\frac{dy}{y} = 0,18dt; \quad \left| \int \right.$$

$$\int \frac{dy}{y} = \int 0,18dt;$$

$$\ln|y| = 0,18t + \ln|C|;$$

$$\ln \left| \frac{y}{C} \right| = 0,18t;$$

$$\frac{y}{C} = e^{0,18t} \Rightarrow y = Ce^{0,18t}.$$

*загальний розв'язок диференціального рівняння.*

**Використаємо початкову умову  $y(0) = 1000$ .**

$$1000 = Ce^{0,18 \cdot 0};$$

$$1000 = Ce^0;$$

$$C = 1000.$$

**Розв'язок математичної моделі має вигляд:**

$$y = 1000e^{0,18t}.$$

**Зображення інтегральних кривих з сімейства  $y = Ce^{0,18t}$**

При  $C = 500, C = 100, C = 10, C = 1, C = 0,1$ .

**Інтегральна крива  $y = 1000e^{0,18t}$**

Рис.4. Реалізація 4 етапу економіко-математичного моделювання.

5 етап. Оцінка отриманого результату. Перевірка адекватності моделі реальній дійсності та аналіз отриманих результатів моделювання (перехід від математичної моделі до економічної) (рис.5).


<p>Повернемося до економічної задачі. Нам потрібно знайти скільки ж буханок хліба випікатиме пекарня вкінці місяця. Якщо місяць матиме 30 днів, то</p> $1000e^{0,18 \cdot 30} = 221406,4162.$ <p>Отже, вкінці місяця пекарня випікатиме 221406 буханок хліба .</p> 	<p>Відповідь задачі показує, що якщо навіть незначну частину доходу постійно вкладати в виробництво дефіцитного товару, то дуже швидко можна досягнути величезного зростання обсягу його випуску (експоненціальне зростання).</p> <p>Очевидно, що дана модель є дуже спрощеною і рідко спостерігається в реальному житті, оскільки в ній не враховується насиченість ринку та зношування обладнання.</p>
--	--

Рис.5. Реалізація 5 етапу економіко-математичного моделювання.

Оскільки економіко-математичні моделі можна використовувати для різних аспектів функціонування господарства та його окремих частин, то можна вирізнити економіко-математичні моделі народного господарства загалом і його підсистем — галузей, регіонів тощо; комплекси моделей виробництва, споживання, трудових ресурсів, формування і розподілу доходів, ціноутворення, фінансових зв'язків тощо.

Якщо класифікувати економіко-математичні моделі за цільовим призначенням, то можна умовно розділити на дві групки: теоретико-аналітичні та прикладні. Перші використовуються для дослідження загальних властивостей і закономірностей економічних процесів, а другі-застосовуються у розв'язанні конкретних економічних задач.

Прикладні задачі економічного змісту мають певну структуру: економічний предметний сюжет, умови та вимоги. У задачах зазвичай відзначаються певні економічні поняття разом зі своїми кількісними та якісними характеристиками, та зв'язками між ними. До основних прикладних задач з економічним змістом відносяться: задачі на продуктивність праці, на максимальний прибуток, мінімальні витрати виробництва, собівартість, еластичність, ренту, відсоток, складний відсоток, рентабельність, ринкова рівновага, прибуток, податки з доходу, кредит, прийняття оптимального рішення тощо. Як приклад, можна розглянути економіко-математичне моделювання задач на максимальний прибуток та мінімальні витрати виробництва.

**Задачі про максимальний прибуток.** У сучасній економічній теорії є припущення, що метою діяльності фірми є максимізація прибутку, який є різницею між загальним прибутком та загальними витратами.

Нехай  $x_1, x_2, \dots, x_m$  - кількість  $m$  різновидів товару, що виготовляється, а їх ціни відповідно  $P_1, P_2, \dots, P_m$  (всі  $P_i$  - сталі величини). Нехай затрати на виготовлення цих товарів задаються функцією витрат:  $C = S(x_1, x_2, \dots, x_m)$ . Тоді функція прибутку має вигляд:

$$\Pi = P_1x_1 + P_2x_2 + \dots + P_mx_m - S(x_1, x_2, \dots, x_m).$$

Щоб знайти максимальний прибуток виробництва, потрібно розв'язати задачу локального екстремуму функції багатьох змінних [3] при  $x_i \geq 0$  (за відсутності інших обмежень):  $\frac{\partial \Pi}{\partial x_i} = 0$ ,

$i = 1, 2, \dots, m$ . Ці умови призводять до системи алгебраїчних рівнянь відносно змінних  $x_i$

$$P_i - \frac{\partial S}{\partial x_i} = 0, \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

Система рівнянь реалізує відоме правило економіки: гранична вартість (ціна) товару дорівнює граничним витратам на виробництво цього товару. Розв'язком цієї системи рівнянь є набори, що



складаються з  $m$  значень кожний. Варто зауважити, що процес знаходження розв'язку системи рівнянь може бути доволі важким та громіздким.

Знайдені набори значень  $(x_1^0, x_2^0, \dots, x_m^0)$  потрібно перевірити на виконання достатньої умови локального екстремуму. Тобто потрібно виконати наступні операції:

а) скласти матрицю Гессе. Якщо знаки головних мінорів цього визначника чергуються, починаючи зі знаку “мінус”, то розв'язок  $(x_1^0, x_2^0, \dots, x_m^0)$  системи рівнянь є  $m$ -мірною точкою локального максимуму функції прибутку;

б) далі необхідно обрати з цих точок локальних максимумів ту, в якій функція набуває найбільшого значення. Знайдені таким чином значення  $(x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*)$  визначають кількість товару  $x_i$ , який необхідно випускати, щоб за даної функції витрат на їх виробництво і спектрі сформованих цін, забезпечити максимальний прибуток. Приклади таких задач наведено нижче.

**Задача 1.** Нехай виготовляється два види товарів, їхня кількість позначається як  $x$  та  $y$ . Нехай  $P_1 = 8$ ,  $P_2 = 10$  грошових одиниць – ціни на ці товари відповідно, а  $C = x^2 + xy + y^2$  - функція витрат на їх виробництво. Знайти кількість товарів першого і другого видів за яких прибуток буде максимальний [4].

Не кожену задачу такого типу можна легко та швидко розв'язати. Для того, щоб полегшити їх розв'язання доцільно використовувати системи комп'ютерної математики. Для інфографіки та візуалізації задач такого типу можна скористатися програмою *Maple*, *Maxima*, *Geogebra* інші.

Зокрема задача 1 розв'язується дуже просто та швидко в *Maple*. *Maple* – комерційна система комп'ютерної математики, її ще називають системою комп'ютерної алгебри, хоча насправді, окрім символічних обчислень і перетворень, вона здатна ефективно виконувати чисельні розрахунки, а також має чудову графічну візуалізацію[5]. Для знаходження екстремуму функції в даній програмі є спеціальна команда, також можна побудувати графік функції на певному проміжку (рис.6).

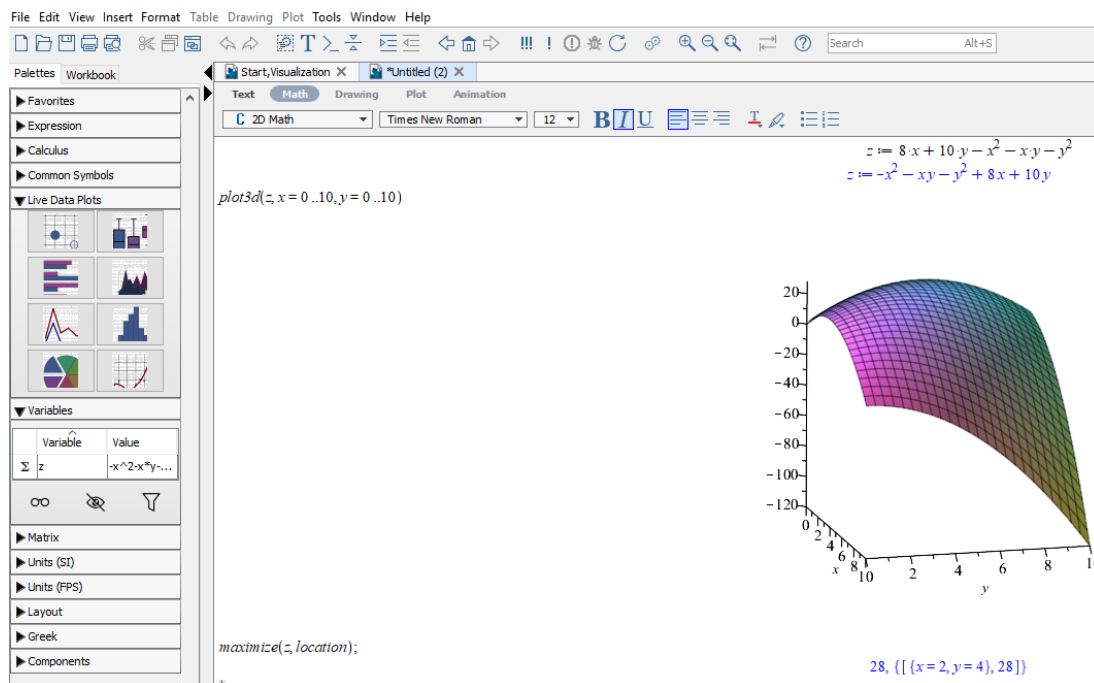


Рис.6. Реалізація задачі 1 в *Maple*.

Ще одна система комп'ютерної математики – *Maxima*. Вона має широкий набір засобів для проведення аналітичних обчислень, числових обчислень і побудови графіків. По набору можливостей система близька до такої комерційної системи, як *Maple*. В програмі *Maxima* є лише команда для знаходження екстремуму функції однієї змінної або для лінійних функцій. Проте є всі необхідні команди для реалізації класичного методу розв'язання задачі на екстремум.

*Geogebra* – вільно-поширюване динамічне геометричне середовище, яке дає можливість створювати «живі креслення» для використання в геометрії, алгебрі, планіметрії, зокрема, для

побудов за допомогою циркуля і лінійки. Крім того, програма має багато можливостей для роботи з функціями за рахунок команд вбудованої мови [6].

Програма *Geogebra* дає можливість обчислити екстремум функції лише однієї змінної, проте для візуалізації функції двох змінних є можливість побудувати її графік та зробити певні висновки за ним (рис. 7).

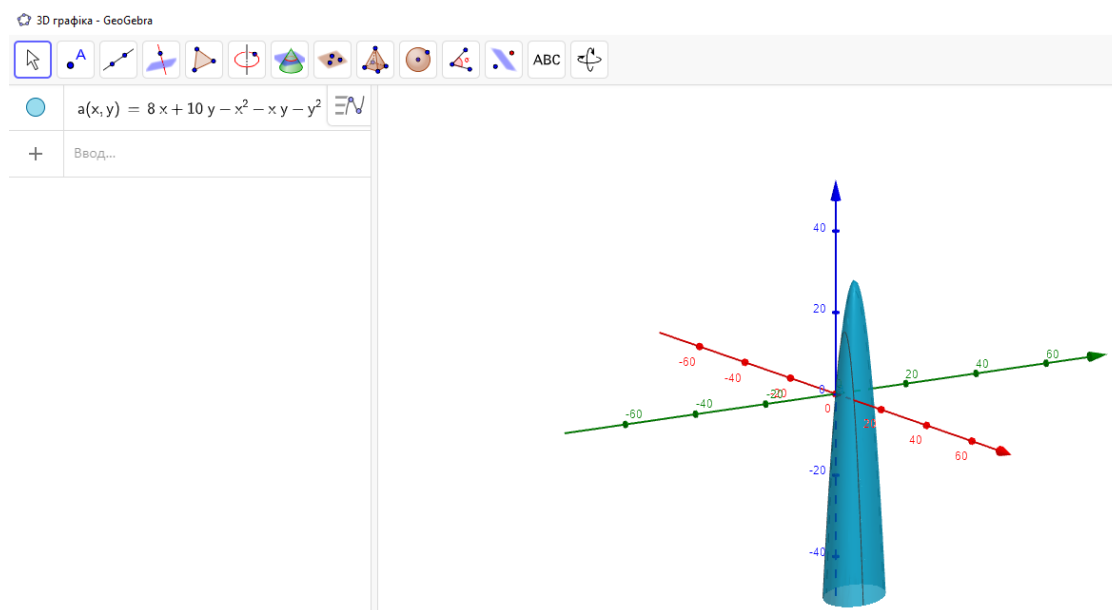


Рис. 7. Реалізація задачі 1 в *Geogebra*.

Отже, в даній статті було розглянуто поняття економіко-математичної моделі, описано етапи розв'язання економічних задач за допомогою математичного моделювання. Розглянуто практико-орієнтовні економічні задачі, математичною моделлю яких є функція двох і багатьох змінних, зокрема задачі про максимальний прибуток, зроблено порівняльний аналіз систем комп'ютерної математики *Maple*, *Maxima*, *Geogebra* для інфографіки та візуалізації розв'язання даних задач.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бас С. В. Роль та місце системи прикладних задач економічного змісту у формуванні предметної математичної компетентності економіста. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. 2013. № 2. С. 189-196.
2. Ніколіна І.І. Математичні методи і моделі ринкової економіки : конспект лекцій. - Вінниця, 2018. - 99 с.
3. Ковтонюк М. М. Лекції з математичного аналізу (Метричні простори. Диференціальне числення функції багатьох змінних) для студентів математичних спеціальностей педагогічних ВНЗ. - Вінниця: «Едельвейс і К», 2008 р. -210 с.
4. Вища математика у прикладах і задачах для економістів: навч. посіб. / А.М. Алілуйко та ін. -Тернопіль: ТНЕУ, 2017. -148 с.
5. Maple. Download-window[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://maple.download-windows.org/>.
6. Geogebra[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.geogebra.org/download?lang=uk>.

**Ковтонюк Мар'яна Михайлівна** доктор педагогічних наук, професор кафедри математики та інформатики, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського.

**Левицька Марія Вікторівна** студентка факультету математики, фізики і комп'ютерних наук, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського.

**Kovtonyuk Maryana Mykhailivna** Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Mathematics and Informatics, Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsyubynsky.

**Levytska Maria Viktorivna** is a student of the Faculty of Mathematics, Physics and Computer Science, Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsyubynsky.

## Прикладні аспекти використання logit-регресії

Національний університет «Острозька академія»

### **Анотація:**

*Досліджено особливості застосування logit-регресії у банківській, медичній та екологічній сферах. Запропоновано використання реальних кейсах при вивченні дисциплін, пов'язаних з моделюванням та аналізом даних.*

**Ключові слова:** logit-регресія, математичне моделювання, кластеризація.

### **Abstract**

*The peculiarities of logit-regression application in banking, medical and ecological spheres are investigated and learned. The use of real cases in the study of disciplines related to modeling and data analysis is proposed.*

**Keywords:** logit-regression, mathematical modeling, clustering.

У процесі виробничої та невиробничої діяльності виникає необхідність кластеризувати об'єкти до однієї з відомих множин. Це відбувається за допомогою математичних методів, одним з яких є logit-регресія. Рівняння logit-регресії має вигляд [1]:

$$E(Y_i|X_i) = p_i = \frac{e^{(\beta_0 + \beta_1 x_i)}}{1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 x_i)}}$$

Досліджувані параметри знаходяться у степені експоненти, що дозволяє отримувати результати у межах [0;1]. Таким чином можна отримати не лише розподіл на кластери, а і ймовірність потрапляння конкретного об'єкта з відомими параметрами до того чи іншого кластеру.

Застосування logit-регресії широко використовується у банківських системах. При вивченні даного методу студентам (зокрема економічних спеціальностей) доцільно наводити приклад такого використання. Для початку, можна розглянути бінарну класифікацію на основі даних одного з німецьких банків [2]. У даний вибірці міститься 21 атрибут (як кількісні, та і якісні), усі позичальники діляться на «хороших» і «поганих» (1 та 0 відповідно). Методом logit-регресії легко встановити ймовірність того, що позичальник буде «хорошим».

У дослідженні В.Я. Данилова, О.Л. Жирова, П.І. Бідюка [3] зазначається, що перевагою logit-регресії є те, що вона може поділяти клієнтів як на дві групи (0 – поганий, 1 – хороший), так і на кілька груп (1, 2, 3, 4 групи ризику). У цьому ж дослідженні підтверджується висока ефективність методу у кредитному скорингу.

У медичній сфері бінарна класифікація полягає у віднесенні пацієнта до кластеру «хворий» чи «здоровий» на основі показників його стану здоров'я. Для цього пропонується розглянути кейс на основі бази даних Клівленда щодо хвороб серця [4]. У дослідженні було зібрано 76 атрибутів проте для моделювання було достатньо 14, серед яких кількісні (*age, cigarettes per day, number of years as a smoker, тощо*), якісні (*chest pain location, chest pain type, тощо*) та бінарні *sex, fasting blood sugar > 120 mg/dl, amily history of coronary artery disease, та ін..*). За використання логістичної регресії високим є показник істинно позитивних значень, що підтверджує можливість застосування методу у цій сфері.

Прикладом використання logit-регресії у екології може бути кейс, досліджений Кеном Коглером щодо новонароджених черепашок. Він провів експеримент з черепашиними яйцями одного й того ж виду, які були транспортовані та розподілені на декілька груп, які вивчалися при різних температурах: від 27,2°C до 29,9°C [1]. За результатами дослідження було встановлено, що при підвищенні температури серед новонароджених переважають черепашки чоловічої статі, що у свою чергу впливає на довкілля.

Отже, застосування методу logit-регресії є актуальним та затребуваним у різних сферах. Особливістю використання методу є саме сфера використання, адже для різних потреб необхідно

коригувати методи дослідження. Проте для вивчення методу студентами рекомендовано використовувати кейси, які дають вищий рівень розуміння сутності проблеми та переваги методу.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Logistic Regression [Електронний ресурс] — Режим доступу: [http://courses.ncssm.edu/math/Stat\\_Inst/PDFS/REG3\\_LOG.pdf](http://courses.ncssm.edu/math/Stat_Inst/PDFS/REG3_LOG.pdf)
2. UCI Machine Learning Repository [Електронний ресурс] // UCI Machine Learning Repository. – Режим доступу: <https://archive-beta.ics.uci.edu/ml/datasets/statlog+german+credit+data>.
3. ДАНИЛОВ В. Я. Оцінювання кредитних ризиків методами інтелектуального аналізу даних / В. Я. Данилов, О. Л. Жиров, П. І. Бідюк // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2017. – № 1. – С. 33–48.
4. UCI Machine Learning Repository [Електронний ресурс] // UCI Machine Learning Repository. – Режим доступу: <https://archive-beta.ics.uci.edu/ml/datasets/heart+disease>.

*Артиух Ольга Миколаївна* — викладач-стажист кафедри економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій економічного факультету Національного університету «Острозька академія», Національний університет «Острозька академія», м. Острог, [olha.artiukh@oa.edu.ua](mailto:olha.artiukh@oa.edu.ua)

*Artiukh Olha M.* — Lecturer-trainee of the Department of Economic-Mathematical Modeling and Information Technologies, National University of "Ostroh Academy", Ostroh

# МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України

## **Анотація**

*Запропоновано моделі визначення ефективності децентралізованих мереж, зокрема, мереж ланцюгів постачання, інформаційно-комунікаційних мереж, регіонів країни в умовах економічної децентралізації. Приділяється увага як теоретико-методологічним основам, так і практичним прикладним розрахункам на основі реальних статистичних регіональних даних.*

**Ключові слова:** центральний уряд, місцевий уряд, агентська проблема, стимули, економічне зростання.

## **Abstract**

*Models for determining the efficiency of decentralized networks, in particular, supply chain networks, information and communication networks, regions of the country in terms of economic decentralization are proposed. Attention is paid to both theoretical and methodological fundamentals and practical applied computations based on real statistical regional data.*

**Keywords:** central government, local government, agency problem, incentives, economic growth.

## **Вступ**

Одним із сучасних викликів вищої математичної освіти в Україні є помітне зростання попиту на спеціальності комп'ютерних наук та інформаційних технологій порівняно з традиційними механіко-математичними спеціальностями на всіх конкурсних етапах – етапах вступу на бакалаврські, магістерські та докторські програми. Наприклад, з 2016 р. факультет кібернетики (який у 1969 р. заснував академік В. М. Глушков) Київського національного університету імені Тараса Шевченка називається факультетом комп'ютерних наук та кібернетики, а на механіко-математичному факультеті (заснованому у 1940 р. і започаткованому у 1834 р.) з'явилися спеціальності комп'ютерна математика і комп'ютерна механіка. На етапах вступу на магістерські та докторські програм освітньо-наукові установи відчують конкуренцію з роботодавцями галузі інформаційно-комунікаційних технологій. Водночас досвід докторських програм Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України свідчить про конкурентоспроможність спеціальності «Прикладна математика» порівняно із спеціальностями «Комп'ютерні науки» та «Комп'ютерна інженерія». Досягнення міжнародної конкурентоспроможності подібних спеціальностей потребує використання як надбань вітчизняної математики і кібернетики, так і новітніх прикладних можливостей [1–4].

Метою роботи є дослідження децентралізованих систем, аналіз і розробка механізмів підвищення їх ефективності на основі математичних алгоритмів та моделей, застосування запропонованих рішень на реальних економічних даних регіонів України.

## **Децентралізовані мережі**

Змішану економічну структуру, де уряд продовжує відігравати головні ролі в економіці, в якій ринок стає дедалі більшою рушійною силою, можна вбудувати у стандартну модель економічного зростання, враховуючи проблему агентства між центральним і місцевими урядами. Щоб стимулювати місцевих керівників, центральний уряд запроваджує економічне змагання, яке генерує не лише задумані стимули для розвитку місцевих економік, але й короткострокові проекти для отримання швидких результатів. У складній урядовій системі, де центральний уряд співпрацює з регіональними урядами на рівнях провінції, міста, району, селища, регіональні уряди є головними гравцями в економічному розвитку, здійснюючи переважну більшість фіскальних витрат, відповідають за розвиток таких економічних інститутів та об'єктів інфраструктури на регіональних рівнях, як відкриття нових ринків і

побудова доріг, магістралей та аеропортів; незважаючи на свою автономію в економічних і податкових питаннях, керівники регіональних урядів призначаються центральним урядом, а не обираються місцевими виборцями. Ключовим механізмом стимулювання регіональних керівників є встановлене центральним урядом змагання між чиновниками різних регіонів однакового регіонального рівня, яке заохочує тих, хто досягає швидкого економічного зростання, і карає тих, у кого темпи економічного зростання виявляються найменшими. Ця система фіскального федералізму суттєво стимулювала економічне зростання великих держав, надаючи місцевим чиновникам як фіскальні бюджети, так і кар'єрну мотивацію. Однак таке стимулювання може вести також до поведінки місцевих керівників, орієнтованої на швидкі (тактичні) результати за рахунок досягнення стратегічних цілей.

Нехай економіка складається з  $M$  регіонів, а регіон  $i = 1, \dots, M$  у період  $t = 0, 1, 2, \dots$  має інфраструктуру  $G_{it}$  як громадський продукт, створений місцевим урядом і застосований для збільшення місцевої продуктивності. Цим продуктом можна вважати електроенергетику, мости, порти і магістралі. У ширшому сенсі можна інтерпретувати  $G_{it}$  як заходи і стратегії, вжиті урядом для підтримання і стимулювання місцевих ринку й економіки. Можна показати, що фірма вибирає капітал і працю, виходячи з рівня місцевої інфраструктури. Тому  $G_{it}$  служить прямим каналом для впливу урядових інвестицій на економіку. Враховуючи рішення фірм щодо використання праці та капіталу, регіональна економіка виявляє постійний рівень віддачі відносно  $G_{it}$ , що відповідає моделі ендогенного економічного зростання, за яку Пол Ромер (Paul Romer) удостоєний Нобелівської премії 2018 р.

У стандартній постановці місцевий випуск регіону  $i$  визначається виробничою функцією репрезентативної фірми  $Y_{it} = A_{it}(K_{it})^\alpha (L_{it}G_{it})^{1-\alpha}$ , де  $A_{it}$  – місцева продуктивність,  $K_{it}$  – обсяг використаного для виробництва капіталу,  $L_{it}$  – місцеві витрати праці,  $\alpha$  – частка капіталу у випуску,  $(1-\alpha)$  – частка праці у випуску [5]. Можна припустити, що місцева продуктивність  $A_{it}$  є однаково і незалежно розподіленою в часі. Ця продуктивність може мати певну міжрегіональну структуру, наприклад, структуру, залежну від здібностей місцевого керівництва, залежних, у свою чергу, від кар'єрних стимулів, а також від спільного для всіх регіонів шоку продуктивності.

Регіональні уряди є головними гравцями в економічному розвитку: вони можуть здійснювати переважну більшість фіскальних витрат, відповідають за розвиток таких економічних інститутів та об'єктів інфраструктури на регіональних рівнях, як відкриття нових ринків і побудова доріг, магістралей та аеропортів. У стандартній постановці місцевий випуск регіону  $i$  визначається виробничою функцією репрезентативної фірми

$$Y_{it} = A_{it}(K_{it})^\alpha (L_{it}G_{it})^{1-\alpha},$$

де  $A_{it}$  – місцева продуктивність,  $K_{it}$  – обсяг використаного для виробництва капіталу,  $L_{it}$  – місцеві витрати праці,  $\alpha$  – частка капіталу у випуску,  $(1-\alpha)$  – частка праці у випуску. Можна припустити, що місцева продуктивність  $A_{it}$  є однаково і незалежно розподіленою в часі. Ця продуктивність може мати певну міжрегіональну структуру, наприклад, структуру, залежну від здібностей місцевого керівництва, залежних, у свою чергу, від кар'єрних стимулів, а також від спільного для всіх регіонів шоку продуктивності.

У кожний період  $t = 0, 1, 2, \dots$  репрезентативна фірма регіону  $i = 1, \dots, M$  спочатку спостерігає поточну продуктивність  $A_{it}$ , а потім обирає такі обсяги  $K_{it}$ ,  $L_{it}$ , які максимізують її прибуток

$$Y_{it} - \Phi_{it}L_{it} - RK_{it}, \quad (1)$$

де  $\Phi_{it}$  – конкурентна зарплата, а  $R$  – орендна ставка капіталу, рівна відсотковій ставці.

Застосовуючи умови першого порядку максимізації функції (1) отримуємо:

$$0 = \frac{\partial Y_{it}}{\partial L_{it}} = (1-\alpha)A_{it}(K_{it})^\alpha (L_{it})^{-\alpha} (G_{it})^{1-\alpha} - \Phi_{it}, \quad \Phi_{it} = (1-\alpha)A_{it}(K_{it})^\alpha (G_{it})^{1-\alpha} \quad (2)$$

$$0 = \frac{\partial Y_{it}}{\partial K_{it}} = \alpha A_{it}(K_{it})^{\alpha-1} (L_{it}G_{it})^{1-\alpha} - R, \quad K_{it} = \left( \frac{\alpha A_{it}}{R} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} G_{it} \quad (3)$$

Підставляючи отримане значення  $K_{it}$  у функцію (1) дістаємо оптимальний обсяг випуску фірми

$$Y_{it} = A_{it} (K_{it})^\alpha (L_{it} G_{it})^{1-\alpha} = A_{it} \left( \frac{\alpha A_{it}}{R} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (G_{it})^\alpha (1 \times G_{it})^{1-\alpha} = G_{it} (A_{it})^{\frac{1}{1-\alpha}} \left( \frac{\alpha}{R} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}},$$

який є прямо пропорційним обсягу  $G_{it}$ ; в силу рівняння (3) оптимальний обсяг капіталу є прямо пропорційним обсягу  $G_{it}$ , а в силу рівняння (2) оптимальний обсяг зарплати теж є пропорційним  $G_{it}$ :

$$\Phi_{it} = (1-\alpha) A_{it} \left( \frac{\alpha A_{it}}{R} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (G_{it})^\alpha (G_{it})^{1-\alpha} = (1-\alpha) \left( \frac{\alpha}{R} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} G_{it} (A_{it})^{\frac{1}{1-\alpha}} = (1-\alpha) Y_{it}.$$

Якщо праця є мобільною між регіонами, то обсяг зарплати підвищуватиметься внаслідок міграції трудових ресурсів до регіонів з вищими показниками  $G_{it}$ , а також внаслідок змагання між керівниками регіонів. Щоб стимулювати місцевих керівників, центральний уряд може запровадити економічне змагання, яке генерує не лише задумані стимули для розвитку місцевих економік, але й короткострокові проекти для отримання швидких результатів. Ключовим механізмом стимулювання регіональних керівників є встановлене центральним урядом змагання між чиновниками різних регіонів однакового регіонального рівня, яке заохочує тих, хто досягає швидкого економічного зростання, і карає тих, у кого темпи економічного зростання виявляються найменшими. Розглядається модель відкритої економіки, яка складається з регіонів. У кожному регіоні репрезентативна фірма має виробничу функцію Кобба–Дугласа з виробничими факторами праці, капіталу та місцевої інфраструктури. Фірма наймає працю з місцевих домогосподарств за конкурентною зарплатою й орендує капітал з відкритого капітального ринку за даною відсотковою ставкою. Створюючи більшу інфраструктуру регіону, місцевий уряд може сприяти продуктивності місцевої фірми. Тому інфраструктурні інвестиції служать ключовим каналом прямого стимулювання місцевої економіки від місцевого уряду. Проте місцевий уряд зіштовхується з питанням розподілу свого фіскального бюджету між інвестиціями (у місцеву інфраструктуру) та споживанням (урядових працівників).

У роботі [6] розробляється базова теорія глобальних ланцюгів постачання. Нехай світова економіка складається з довільної кількості країн, які мають один виробничий фактор (фактор праці) і виробляють один кінцевий продукт, що потребує континуум проміжних продуктів. Кінцевий продукт є результатом послідовних стадій виробництва проміжних продуктів, у процесі якого трапляється брак. Можна довести, що існує єдина рівновага вільної торгівлі, в якій країни з нижчими ймовірностями браку на всіх стадіях спеціалізуються на пізніших стадіях виробництва. Спираючись на цю просту теоретичну базу, можна запропонувати форму вертикальної спеціалізації взаємозалежних країн.

Явище вертикальної спеціалізації привертає в однаковій мірі увагу розробників стратегій, ділових лідерів, економістів. Можливість транскордонної фрагментації виробничих процесів впливає на обсяги, риси і наслідки міжнародної торгівлі. Залишаються відкритими питання механізмів впливу глобальних і локальних технологічних змін на участь різних країн в одному й тому самому ланцюгу постачання, а також механізмів впливу вертикальної спеціалізації на взаємозалежність держав.

Оскільки в моделях загальної рівноваги з довільною (великою) кількістю товарів і країн, незалежно від наявності послідовного виробництва, важко отримати зрозумілі передбачення порівняльної статистики, то потрібна проста теорія торгівлі з послідовним виробництвом. Для цього потрібні деякі ідеї щодо ієрархій у моделях часткової рівноваги для закритої економіки. Зосередимося на середовищі, в якому виробництво є послідовним і може містити брак. Моделі ієрархій застосовувалися до вивчення питань міжнародної торгівлі. Наприклад, модель знанневої економіки використовується для дослідження транскордонних паросполучень між агентами з неоднорідними здібностями і відповідних наслідків для нерівності у даній державі. Нерівність у державі внаслідок ієрархій при торгівлі досліджувалася також в інших моделях. Припускається, що все населення даної держави має однако-ві здібності. Нехай організаційна проблема фірми при виробництві кінцевого товару полягає у виконанні виробничих стадій  $j \in [0, 1]$ , де більший індекс відповідає більшій близькості до кінцевого продукту (нижчій стадії течії ланцюга постачання). Позначимо  $x(j)$  вхідний обсяг (вхід) сумісних (з фірмою) проміжних послуг, які надає фірмі постачальник на стадії  $j$  (якщо ці послуги несумісні, то  $x(j) = 0$ ). Тоді обсяг (quantity) випуску кінцевого товару з урахуванням його якості становить

$$q(m=1) = \theta \left( \int_0^{m-1} [x(j)]^\alpha I(j) dj \right)^\frac{1}{\alpha},$$

де  $\theta$  – параметр продуктивності,  $\alpha \in (0,1)$  – параметр симетричного ступеня заміни серед входів стадій,  $I(j)$  – індикаторна функція, значення якої дорівнює 1 при виконанні всіх попередніх стадій  $i \in [0, j)$  і дорівнює 0 в решті випадків. Хоча виробництво вимагає виконання всіх стадій, додатність  $\alpha$  гарантує додатність випуску при несумісності входів на деяких стадіях: незважаючи на важливість усіх стадій з інженерної точки зору, можна допускати їх деяку замінюваність через те, що характеристики входів формують обсяг кінцевого продукту з урахуванням його якості. Наприклад, виробництво автомобіля вимагає чотири колеса, дві фари, одне кермо тощо, але цінність цього автомобіля для споживачів типово залежатиме від послуг, отриманих від цих різних компонентів, де вища якість певних частин означатиме гіршу якість інших.

Стимул фірми до інтеграції постачальників виявляє систематичну мінливість залежно від відносного положення (вище чи нижче течії ланцюга постачання) постачальника у виробництві. Така залежність визначається еластичністю попиту на кінцевий товар. Можна враховувати різні джерела асиметрії поміж виробників кінцевих товарів і постачальників.

Переваги споживачів на ринках збуту відбивають функції ціни попиту, які залежать від обсягу попиту на продукт і середнього рівня кібербезпеки у мережі ланцюгів постачання (МЛП). Тоді можна оцінювати вразливість до кібератак як МЛП, так і кожного торговця окремо. Відповідні умови рівноваги Неша можна визначати за допомогою задачі розв'язання певної варіаційної нерівності.

Для розв'язання задачі пошуку рівноважних інвестицій у кібербезпеку МЛП можна запропонувати ітеративний алгоритм, який на кожній ітерації дає в явному вигляді співвідношення для трансакцій продукту, рівнів безпеки та множників Лагранжа, пов'язаних з бюджетними обмеженнями. Цей алгоритм можна застосувати до обчислення розв'язків широкого кола чисельних прикладів інвестицій у кібербезпеку МЛП.

Чисельні приклади, скажімо, для кібератаки на Україну 27 червня 2017 р., сприятимуть глибшому розумінню впливу додаткових роздрібних торговців, бюджетних змін, функції ціни попиту, фінансових збитків на рівноважні трансакції продукту та інвестиції у кібербезпеку, а також на вразливість МЛП чи роздрібного торговця при бюджетних обмеженнях.

У роботі [7] розробляється теоретико-ігрова модель МЛП інвестицій у кібербезпеку, яка складається з роздрібних торговців і ринків попиту. Роздрібними торговцями можуть бути продавці споживчих товарів, високотехнологічних або фінансових продуктів. Суттєво, щоб такі торговці працювали в одній галузі та своїми рішеннями могли впливати на рішення інших торговців галузі стосовно обсягу постачання та рівня інвестицій у кібербезпеку. При цьому важливо вірно оцінювати інвестиції у кібербезпеку, формуючи уявлення про справжню цінність активів інтелектуальної власності. Розроблено ігрову модель мережі ланцюгів постачання, що складається з ряду роздрібних торговців продуктом і ряду ринків збуту даного продукту, де роздрібні торговці некооперативно конкурують, максимізуючи свої сподівані прибутки шляхом визначення своїх оптимальних трансакцій для продукту, а також оптимальних інвестицій у кібербезпеку, які входять у нелінійні бюджетні обмеження.

Невід'ємний рівень  $s_i$  кібербезпеки роздрібного торговця  $i$  обмежений зверху заданим значенням  $u_{si}$ :  $0 \leq s_i \leq u_{si} < 1$ , де  $s_i = 1$  відповідає повній безпеці (яка може не досягатися), а  $s_i = 0$  – відсутності безпеки. Набуття рівня безпеки пов'язується з функцією інвестиційних витрат:  $h_i(s_i) = \alpha_i [(1 - s_i)^{-0.5} - 1]$  де множник  $\alpha_i$  дозволяє розрізняти масштаби і потреби роздрібних торговців. Припустимо, що ймовірність успішної кібератаки на роздрібного торговця  $i$  становить

$$p_i = (1 - s_i)(1 - \bar{s})$$

де  $\bar{s} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m s_k$  – рівень кібербезпеки МЛП,  $\bar{v} = 1 - \bar{s}$  – рівень вразливості (vulnerability) МЛП,

$v_i = 1 - s_i$  – рівень вразливості роздрібного торговця  $i$ . Визначимо функцію ціни попиту на продукт на ринку збуту  $j$

$$\hat{p}_j(Q, s) = \rho_j(d, \bar{s}),$$



де  $Q \in R_+^{mn}$  – матриця трансакцій  $Q_{ij}$  на всіх  $n$  ринках збуту всіх  $m$  роздрібних торговців,  $d \in R_+^n$  – вектор обсягів  $d_j$  попиту на продукт на всіх  $n$  ринках збуту,  $s \in R_+^m$  – вектор рівнів  $s_i$  безпеки всіх  $m$  торговців. Вважаємо, що всі роздрібні торговці некооперативно конкурують і кожний з них максимізує свою сподівану корисність, обираючи свої значення  $Q_i = (Q_{i1}, \dots, Q_{in})$ ,  $s_i$ . Бажано знайти такий набір значень  $(Q^*, s^*) \in K \equiv \prod_{i=1}^m K_i$ , при яких  $m$  роздрібних торговців перебувають у стані рівноваги у сенсі Курно–Неша. Лауреат Нобелівської премії 1994 р. Джон Неш (John Nash) узагальнив поняття рівноваги Курно на кількох гравців, кожний з яких діє виключно у своїх власних інтересах, тобто некооперативно. Набір значень  $(Q^*, s^*) \in K$  називають рівновагою Неша для МЛП, якщо для кожного роздрібного торговця  $i = 1, \dots, m$  має місце  $\forall (Q_i, s_i) \in K_i$  нерівність

$$E(U_i(Q^*, s^*)) \geq E(U_i(Q_1^*, \dots, Q_{i-1}^*, Q_i, Q_{i+1}^*, \dots, Q_m^*, s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_i, s_{i+1}^*, \dots, s_m^*)),$$

тобто будь-який торговець  $i$  не може в односторонньому порядку збільшити свій очікуваний прибуток. Припустимо, у кожного роздрібного торговця  $i = 1, \dots, m$  сподівана корисність неперервно диференційована й увігнута відносно змінних  $Q_i, s_i$ . Тоді рівні трансакцій продукту і безпеки  $(Q^*, s^*) \in K$  є рівноважними за Нешем для МЛП тоді й тільки тоді, коли задовольняється варіаційна нерівність

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{\partial E(U_i(Q^*, s^*))}{\partial Q_{ij}} (Q_{ij} - Q_{ij}^*) + \sum_{i=1}^m \frac{\partial E(U_i(Q^*, s^*))}{\partial s_i} (s_i - s_i^*) \leq 0 \quad \forall (Q, s) \in K, \quad (4)$$

Оскільки нелінійні обмеження у допустимій множині  $K$  можуть ускладнювати чисельне розв'язання варіаційної нерівності (4) використовується множник Лагранжа  $\lambda_i \geq 0$  для кожного такого обмеження. Вектор  $(Q^*, s^*, \lambda^*)$  є розв'язком варіаційної нерівності (4) тоді й тільки тоді, коли є розв'язком альтернативної варіаційної нерівності

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{\partial L_i(Q^*, s^*, \lambda^*)}{\partial Q_{ij}} (Q_{ij} - Q_{ij}^*) + \sum_{i=1}^m \frac{\partial L_i(Q^*, s^*, \lambda^*)}{\partial s_i} (s_i - s_i^*) + \sum_{i=1}^m \frac{\partial L_i(Q^*, s^*, \lambda^*)}{\partial \lambda_i} (\lambda_i - \lambda_i^*) \leq 0 \quad \forall (Q, s, \lambda),$$

де використано лагранжіан (Lagrangian):

$$L_i = E(U_i(Q, s)) + \lambda_i [h_i(s_i) - B_i], \quad \frac{\partial L_i(Q^*, s^*, \lambda^*)}{\partial \lambda_i} = h_i(s_i) - B_i.$$

### Прийняття рішень, невизначеність і хмарні технології

Стохастичне програмування має застосування в різноманітних галузях, потребуючи від розробника інтуїції, розуміння моделювання невизначеності та використання структури проблеми. Кожна модель стохастичного програмування характеризується цілями, процесами рішення та їхніми обмеженнями, взаємозв'язками цілей та обмежень з випадковими елементами. Можна показати, що модель стохастичного програмування має певну перевагу порівняно з аналогічною моделлю детерміністичного математичного програмування. Така перевага є вимірюваною і досить великою для того, щоб вивчати властивості та методи розв'язання задач стохастичного програмування. Хоча загальні моделі стохастичного програмування можна застосовувати до практично всіх задач прийняття рішень з невідомими параметрами, ці моделі залишаються узагальненнями детерміністичних моделей математичного програмування, в яких частина даних не є точно відомою. Типові риси таких даних – множинність допустимих значень багатьох змінних рішення, дискретність часових періодів для рішення, застосування функціоналів математичного сподівання як цільових функцій чи обмежень на основі інформації про ймовірнісні розподіли невідомих параметрів. Проте ці риси не є характерними для суміжних областей прийняття рішень – статистичної теорії прийняття рішень, аналізу рішень, динамічного програмування, марковських або напівмарковських процесів рішень, стохастичного керування. Задачу стохастичного програмування можна задавати як у розширеній формі (коли кожній можливій реалізації випадкового вектора відповідає певний вектор рішення на другому етапі), так і в неявній формі. Показано, що моделі стохастичного програмування дають певні вимірювані переваги порівняно з аналогічними моделями детерміністичного математичного програмування [8].

Бачення обчислювальних комунальних послуг, ґрунтоване на моделі надання послуг, передбачало масштабну трансформацію всієї обчислювальної галузі у ХХІ столітті, завдяки чому обчислювальні послуги стануть доступними на вимогу, як інші комунальні послуги сучасного суспільства – послуги водопостачання, електропостачання, газопостачання, телефонного зв'язку. Аналогічно користувачі (споживачі) мають платити провайдерам лише тоді, коли отримують доступ до обчислювальних послуг. Крім того, споживачам більше не потрібно вкладати великі кошти чи мати труднощі при побудові та підтримці складної ІТ-інфраструктури.

Використання такого підходу є доцільним, коли пошук оптимального розв'язку прямими методами є складною проблемою як в теоретичному сенсі, так і в сенсі необхідного об'єму розрахунків для задач з конкретними даними. У такій моделі користувачі отримують доступ до послуг, виходячи зі своїх вимог, незалежно від місця базування послуг. До 2007 р. ця модель була відома як службові обчислення, а згодом – як хмарні обчислення (ХО). ХО часто означає інфраструктуру як хмару, з якої фізичні та юридичні особи можуть отримувати доступ до застосунків як сервісів у будь-якій точці світу на вимогу. ХО можна класифікувати як нову парадигму для динамічного забезпечення обчислювальних послуг, що підтримуються найсучаснішими центрами обробки даних, які застосовують технології віртуалізації для консолідації та ефективного використання ресурсів. ХО надають не лише надзвичайно гнучке середовище для побудови нових систем і застосунків, але й можливість інтеграції додаткової спроможності чи функції в існуючі системи. Використання динамічно забезпечених ІТ-ресурсів є економічно вигіднішою можливістю, ніж придбання додаткової інфраструктури і ПЗ, потреби в яких є обмеженими в часі, а розмір яких непросто оцінювати: саме це стало вирішальною перевагою ХО і сприяло швидкому поширенню ХО у світі [9].

Розуміння ролі провайдерів хмарних послуг у ланцюгу вартості, визначення ієрархії потрібних об'єктів доходів і витрат, розробка структури моделі, відображення відповідних фінансових даних вимагало первинних даних від спілкування як з керівництвом телекомунікаційних компаній (менеджерами і спеціалістами продуктів), так і з провайдерами хмарних послуг (бізнес-менеджерами, фінансовими керівниками, проектувальниками послуг). Модель брокера хмарних послуг вимагає вторинних даних, що містять технічні характеристики продукції, річні звіти, відкриті дані веб-сайтів учасників ланцюга вартості. Різні хмарні брокери по-різному ставляться до вибору важливих рішень для свого бізнесу. Рішення можуть стосуватися ціноутворення, планування і використання потужностей. По мірі того, як обчислення та Інтернет-з'єднання стають технологіями і послугами загального призначення, спрямованими на широкі глобальні ринки, виникають питання ефективності таких ринків з точки зору суспільного добробуту, участі в них провайдерів диференційованих послуг і кінцевих користувачів. Проект Iridium глобального зв'язку фірми Motorola завершився у 1990-х роках внаслідок подібних питань, вперше досягши мети технологічної спроможності такого зв'язку. Оскільки Інтернет-послуги характеризуються високою інноваційністю, диференційованістю та динамічністю, то для них можна застосовувати відомі моделі диференційованих продуктів. Проте функції попиту у таких моделях є гіперболічними, а не лінійними. Крім того, подібні моделі є стохастичними та включають провайдерів з різними способами конкуренції. В екосистемі Інтернету важливими є зв'язки між постачальниками Інтернет-послуг (Internet service providers, ISPs) як операторами телекомунікаційної мережі та провайдерами послуг контенту, особливо потужними провайдерами відеоконтенту, що передбачає високу пропускну здатність. Оскільки підвищення пропускну здатності потребує нових інвестицій у спроможність мережі, то мотивація до таких інвестицій має бути як у провайдерів відеоконтенту, так і у ISPs. Для аналізу взаємозв'язків між провайдерами Інтернет-послуг і контент-провайдерами в Інтернет-екосистемі запропоновано обчислювані (computable) моделі, ґрунтовані на побудові функцій виграшу всіх учасників цієї екосистеми. Введення платного перегляду контенту мотивуватиме провайдерів Інтернет-послуг до інвестицій у підвищення спроможностей мережі, яка має тренд експоненціального зростання. Водночас такий перегляд порушуватиме принципи нейтральності мережі, що дає підстави для розробки нових задач мінімізації порушень умов нейтральності мережі та максимізації суспільного добробуту Інтернет-екосистеми. Моделі вказують на важливість ефективності провайдерів Інтернет-послуг, передбачуваності попиту та високої цінової еластичності інноваційних послуг. Для взаємодії CP та ISPs скористаємося моделлю Штакельберга, де лідер повідомляє своє рішення послідовнику, який оптимізує свою цільову функцію на основі отриманої інформації. CP максимізує свій прибуток (profit) – дохід від надання контенту мінус частка платного перегляду з витратами [10], тобто

$$P_{CP} = [p(1-x) - c]E_{\omega} \min\{W_0 + W; D(p, \omega)\} - e E_{\omega} \max\{0; D(p, \omega) - W_0 - W\},$$

де  $p$  – ціна (price) послуги,  $c$  – витрати (costs) на надання послуг,  $x$  – частка доходу CP, перерахована до ISP,  $W_0$  – існуюча спроможність мережі,  $W$  – можливе розширення спроможності,  $D(p, \omega)$  – (випадковий) попит на послугу за ціною  $p$  для випадкової величини  $\omega$ ,  $e$  – альтернативна вартість незадоволеного попиту,  $E_\omega$  – оператор математичного сподівання (expectation). ISP максимізує свій прибуток – дохід від фіксованої абонплати від клієнтів плюс частка доходу CP, перерахована до ISP через платний перегляд, мінус витрати на обслуговування і розширення мережі, тобто

$$P_{ISP} = C + px E_\omega \min\{W_0 + W; D(p, \omega)\} - rW - q(W_0 + W),$$

де  $C$  – абонентська плата (вважаємо, що вся популяція користувачів підписана до Інтернету за фіксовану плату),  $r$  – витрати на одиницю розширення спроможності мережі,  $q$  – витрати на одиницю обслуговування спроможності мережі.

Припустимо, що CP є лідером з ринковою владою у даній системі. Тоді рішення в системі приймаються у такій послідовності:

1) CP обирає ціну  $p$  послуги та частку  $x$  свого доходу від надання контенту, яка перераховуватиметься до ISP у рамках угоди про перегляд контенту;

2) користувачі, знаючи ціну  $p$ , формують попит на послугу за співвідношенням

$$D(p, \omega) = \frac{M(1 + \omega)}{(a + p)^\gamma};$$

3) ISP, знаючи свою частку  $x$  і попит  $D(p, \omega)$  на послугу для випадкової змінної  $\omega$  з відомим розподілом  $H$ , приймає рішення про обсяг  $W$  розширення спроможності мережі, максимізуючи свій сподіваний прибуток (2);

4) CP, знаючи поведінку користувачів та ISP, обирає такі значення  $p$  та  $x$ , які максимізують сподіваний прибуток.

З цих умов впливає функція реакції послідовника (ISP) на рішення лідера (CP)

$$W^*(p, x) = \max \left\{ 0; \frac{M}{(a + p)^\gamma} \left[ 1 + H^{-1} \left( 1 - \frac{r + q}{px} \right) \right] - W_0 \right\}.$$

### Прийняття рішень в системах економіки, екології, охорони здоров'я

Оцінювання щільності є головною задачею класичної статистики і статистичної теорії навчання. На практиці спостерігається мало вибірок, причому вибірки зсуваються, а шукана щільність пов'язується з іншими щільностями. Це свідчить про важливість ефективного використання навчальних даних. Наприклад, при малій кількості вибірок у багатовимірному просторі слід використовувати інформацію для всіх вимірів, хоча багатьом класичним методам це не вдається. Отже, потрібні методи, які використовують велику кількість вимірів для малих наборів даних. Якщо дані збираються зі зсувом, то будь-які знання про цей зсув поліпшуватимуть ефективність передбачення.

Коли оцінюються декілька щільностей на наборах даних (сигналів), що перетинаються чи впорядковуються, то спільний для щільностей сигнал поліпшуватиме точність окремих оцінок. Таким чином, потрібні методи множинного оцінювання, що збалансовують окрему інформацію про набір даних та спільну інформацію про набори даних.

Якщо питання максимізації ентропії (чи застосування розподілів Гіббса) вивчало багато авторів, то питання вибору підходящих обмежень для шуканого розподілу потребує окремого дослідження.

Для широкого класу методів максимізації ентропії та вірогідності розвивається єдиний підхід, що гарантує їхню збіжність і статистичну ефективність. Наприклад, можна обґрунтувати статистичну ефективність відомих методів регуляризації з цільовими функціями у стандартних нормах, а також із спеціальними цільовими функціями, які мають кращі статистичні властивості, використовуючи інформацію про структуру простору ознак, про зсув отримання вибірки, про інші способи оцінювання щільності. Крім того, для розв'язання загальної задачі про максимальну ентропію (максент) можна запропонувати нові алгоритми й довести їхню збіжність, узагальнюючи методи, основані на теорії компактності, інформаційній геометрії та оптимізації [11].

Загалом проблема максимізації вірогідності полягає у тому, що емпіричні середні ознак майже завжди не дорівнюватимуть їхнім істинним очікуванням, а тому цільовий розподіл не задовольняти-

ме обмеженням, які накладаються на результуюче обмеження. Крім того, проблема ускладнюється малими розмірами вибірок. При інтерпретації максимізації ентропії як максимізації вірогідності та звуженні шуканих розподілів до класу експоненціальних розподілів можлива надлишковість оцінок.

Агроректор України має суттєвий потенціал росту, викликаючи відповідний інтерес серед іноземних інвесторів і вітчизняних політиків, та є локомотивом української економіки, де його частка у валовому внутрішньому продукті України зростає. Більш того, інвестиційна привабливість та інтерес до агровиробництва посилюються з інтенсифікацією євроінтеграційних процесів. Оскільки виробництво може мати негативний вплив на навколишнє середовище, то виникає питання соціальної відповідальності агробізнесу.

Перенасичення водойм поживними речовинами (включаючи фосфор та нітрати), що викликає їх цвітіння, дедалі більше привертає до себе увагу в Україні та світі з огляду на відчутний вплив на всю екосистему, рибальство, туризм, якість питної води.

Забруднення фосфором або його надлишок у водній екосистемі є першопричиною евтрофії. Локальні (точкові) джерела забруднення відносно легко ідентифікувати та взяти під контроль. Основним джерелом забруднення залишався змив з полів. Щонайменше 60% фосфорного забруднення Чорного моря – це вимитий фосфор, донесений річковою системою.

Розроблено інтегровану динамічну модель, що об'єднала в собі аспекти агрономії, гідрології та економіки та вказує на найкращі практики агровиробництва, які варто застосувати відповідно до місцевих умов [12]. Однак детерміністичні моделі не враховують стохастичну природу екосистем.

Представлена інтегрована динамічна стохастична модель відображає вплив різних бізнес-практик агровиробництва на рівень фосфорного забруднення за невизначених погодних умов. Модель має досить узагальнений характер і може модифікуватися під умови конкретної місцевості. Просте порівняння з детерміністичною моделлю свідчить про те, що врахування у моделі стохастичності може суттєво впливати на отримувані результати чи рекомендації.

Аналіз результатів моделі свідчить про можливість досягнення значного зниження рівня забруднення тільки за суворіших заходів порівняно із заходами, які пропонують детерміністичні моделі: стохастична модель пропонує зниження рівня застосування фосфорних добрив на принаймні 14%, а також додаткове обов'язкове більш раннє та тривале вирощування захисних культур. Більш того, якщо брати до уваги зміну клімату, суворість заходів повинна бути ще вищою. Стохастична модель суттєво вдосконалює детерміністичну з точки зору соціального добробуту, який вона намагається максимізувати. Загалом застосування стохастичних оптимізаційних методів в економіці природокористування може надавати надійніші управлінські рішення за умов невизначеності та ризику порівняно з детерміністичними моделями, в яких домінує підхід сценарного аналізу. У роботі [12] представлено стохастичну оптимізаційну модель, що пропонує збалансоване управлінське рішення для агровиробництва як щодо рівня прибутковості, так і щодо рівня забруднення навко-лишнього середовища викидами фосфору. На відміну від широко відомих детерміністичних моделей, враховується фактор невизначеності погодних умов.

У роботі [13] докладно вивчаються передумови та припущення класичної моделі Басса поширення інновацій з метою її застосування до моделювання актуальних стохастичних процесів, пов'язаних з пандемією. Модель Басса довела свою універсальність і застосовність до різних середовищ. У статті наведені ретельні математичні обґрунтування властивостей моделі з метою її подальшого розвитку, пошуку параметрів невизначеності та спостережуваних змінних, ґрунтуючись на теоріях еволюційних рівнянь і стохастичних процесів. У статті отримано реалістичні результати оцінювання параметрів моделі Басса для вакцинацій у Білорусі та Україні на тижневих даних першого півріччя 2021 р. і запропоновано проведення подібних досліджень для інших держав, а також областей і районів України. Класична публікація Френка Басса з дифузії інновацій основана на його препринті із дещо зміненою назвою. У свою чергу, зазначений препринт оснований на його доповіді на конференції: еволюція від доповіді на конференції до препринту й завершеної журнальної публікації є перевіреним шляхом досягнення якісних науково-практичних результатів.

За належної організації науково-практичних досліджень, класичну модель Басса можна застосовувати для моделювання стохастичних процесів, пов'язаних з пандемією, в інших державах, а також в областях і районах України. Таке застосування потребуватиме ретельної перевірки вхідної інформації, верифікації та генерації вхідних даних, можливих модифікацій класичної моделі, розвитку й обґрунтування відповідних методів оцінювання, відповідної комп'ютерної реалізації алгоритмічного і програмного забезпечення, статистичного аналізу результатів оцінювання. При

цьому сучасні розподілені інформаційні технології науково-організаційної діяльності НАН України можна застосовувати для розробки системних засобів і заходів охорони здоров'я.

Основне припущення у дифузійній моделі Басса попиту першої покупки: ймовірність (probability)  $P(T)$  того, що первинні закупівлі здійснюватимуться у момент часу  $T$  за умови, що до цього закупівлі не здійснювалися, є лінійною функцією числа  $Y(T)$  попередніх покупців, тобто

$P(T) = p + \frac{q}{m}Y(T)$ , де  $Y(0) = 0$ ,  $P(0) = p$  – константа, (відображає важливість новаторів у соціальній системі),  $\frac{q}{m}$  – коефіцієнт нахилу лінійної функції, параметр  $q$  називають коефіцієнтом імітації. Як

що довільно вибрати покупця серед  $m$  покупців, який здійснюватиме первинну закупівлю продукту в деякий момент часу свого життя, то очікувана тривалість  $T$  часу до такої закупівлі, становитиме

$$E(T) = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} \frac{t p (p+q)^2 \exp[t(p+q)]}{\{p \exp[t(p+q)] + q\}^2} dt =$$

$$= \int_1^{\infty} \frac{\ln z}{p+q} \times \frac{p(p+q)^2 z}{(pz+q)^2} \times \frac{dz}{(p+q)z} = p \int_1^{\infty} \frac{\ln z}{(pz+q)^2} dz = \frac{1}{p} \int_1^{\infty} \frac{\ln z}{(z+p^{-1}q)^2} dz,$$

де  $z = \exp[t(p+q)]$ ,  $dz = (p+q)z dt$ ,  $\ln z = t(p+q)$ .

Застосовуючи вираз  $\int \frac{\ln x}{(x+a)^2} dx = -\frac{\ln x}{x+a} + \frac{1}{a} \ln \frac{x}{x+a}$  для  $a = p^{-1}q$ , отримуємо

$$E(T) = \frac{1}{p} \left\{ \frac{\ln 1}{1+p^{-1}q} - \frac{p}{q} \ln \frac{1}{1+p^{-1}q} \right\} = \frac{1}{q} \ln(1+p^{-1}q) = \frac{1}{q} \ln \left( \frac{p+q}{p} \right).$$

Водні, енергетичні та продовольчі ресурси є базовими ресурсами, наявність, якість та ефективність використання яких визначає добробут нації. Системи їх забезпечення та використання є надзвичайно пов'язаними. Так, гідроресурси потрібні в енергогенерації практично впродовж всього циклу виробництва, – починаючи від видобутку корисних копалин і закінчуючи очисними заходами. Ті ж водні ресурси необхідні в сільськогосподарській діяльності (головним чином для зрошення полів, виробництва добрив, збереження урожаю). Знову ж таки енергоресурси є необхідними для водопостачання та є ключовими у створенні та збереженні продовольства. Також, до цієї системи варто додати вплив на соціоекономічні процеси в суспільстві та навколишнє середовище. Вищенаведені взаємозв'язки в науковій літературі визначаються як WEF (water-energy-food) nexus. Забезпечення згаданими ресурсами особливо актуальне в сучасному глобалізованому світі з понад 7,6 млрд. населення, яке продовжує швидко зростати: за оновленими оцінками ООН, до 2050 р. населення зросте на 30%.

В роботі [14] розроблено модель інтегрованих взаємозв'язків, яка дозволяє отримувати кількісну оцінку щодо збалансованості потенційної пропозиції ресурсів і суспільного запиту, приймати відповідні оптимальні рішення щодо використання обмежених ресурсів. Розроблено інтегровану динамічну модель, що об'єднала в собі не тільки доволі складні взаємозв'язки систем забезпечення водними, енергетичними та продовольчими ресурсами, а й вплив прийнятих рішень в цих системах на економічні, політичні, соціальні, технологічні та екологічні аспекти суспільства. Модель дозволяє розробляти оптимальну стратегію управління WEF-ресурсами, розуміти, як рішення, прийняті в одній системі, впливатимуть на інші системи, як потенційна шкода докільню обмежуватиме пропозицію цих ресурсів. Ця модель інтегрованих взаємозв'язків дозволяє отримувати кількісну оцінку збалансованості потенційної пропозиції водних, енергетичних та продовольчих ресурсів, а також суспільного запиту на них, приймати відповідні оптимальні рішення щодо використання обмежених ресурсів.

Спалахи інфекційних хвороб та пандемія COVID-19 зокрема є надзвичайно серйозним викликом в сфері охорони громадського здоров'я. Станом на 8 вересня 2020 р., за даними Університету Джона Хопкінса, в світі було інфіковано коронавірусною хворобою понад 27 млн. осіб, та зафіксовано понад 890 тис. летальних випадків. За даними Національної служби охорони здоров'я України (НСЗУ), в Україні було інфіковано понад 140 тис. осіб і зафіксовано понад 3 тис. летальних випадків.

Зворотною стороною викликів завжди є можливості: на сьогодні такими можливостями є інформаційні технології, системи прийняття рішень, найкращі практики проактивного управління і контролю на основі сучасних методик аналізу даних (data driven decision making) та моделювання.

При цьому системний підхід має передбачати взаємовплив рішень в сфері охорони здоров'я та рішень щодо стратегічного економічного розвитку: наприклад, подолання сьогоденних наслідків COVID-19 шляхом суттєвого пом'якшення монетарної політики може вести до зростання боргового навантаження на майбутні покоління.

Для початкового аналізу епідеміологічної ситуації можливо скористатися загальнодоступним програмним забезпеченням, яке має достатньо потужний функціонал. Еволюційний розвиток розробки програмного забезпечення (ПЗ) спільнотами ентузіастів соціально відповідальних інституцій з усього світу на сьогодні забезпечує доступність розробок з відкритим доступом і різних технологій, на додаток до комерційних продуктів. Розробки ПЗ в галузі охорони здоров'я не є винятком.

Відносно широке коло ПЗ у вільному доступі спочатку розроблялося епідеміологічними інституціями для внутрішнього службового використання при прийнятті рішень, а далі було відкрито для широкої громадськості. Загалом дане ПЗ було адаптовано для поліпшення його практичного застосування, зосереджуючись на потенційних викликах з можливостями адаптивного використання.

ПЗ групи детерміністичних методів характеризується достатньою інформативністю та зручністю використання і вузьким функціоналом. Стохастичні моделі надають більше функціоналу, проте дещо втрачають в зручності використання. Максимальну функціональність дають агентно-орієнтовані моделі, але їх ефективніше використання потребує володіння відповідними навичками написання програмного коду. Досить потужною є сервісна архітектура для підтримки інтерактивного епідеміологічного моделювання *Indemics (Interactive Epidemic Simulation)*, що базується на високопродуктивних обчисленнях. В роботі [15] здійснено огляд перспектив використання загальнодоступного ПЗ у моделюванні епідеміологічних трендів. Розглянуто сильні та слабкі сторони, основні характеристики та можливі аспекти застосування такого ПЗ.

Технології, що є рушійною силою застосувань обчислювальних ресурсів, мають передбачувані тренди. Наприклад, за законом Мура, швидкість процесора подвоювалася кожні півтора роки в минулому столітті. Зазначені тренди важливі для передбачення технологічних спроможностей майбутніх обчислювальних систем, які проектуються та програмується. З розвитком інформаційно-комунікаційних технологій закони ефективності обчислювальних систем потребують перевірки і перегляду, враховуючи новітні можливості збору й обробки великих даних [16].

### **Алгоритми оцінки ефективності та цільової структури експорту регіонів України**

Глобальне поширення інформаційно-комунікаційних технологій загострює міжнародну конкуренцію, актуальну для України. Гетерогенність країн спонукає фірми до більшого рівноважного (за Нешем) податку в (більшій) країні 1 (до податкової асиметрії), а відтак до звітування фірмами більшого прибутку в (меншій) країні 2. Якщо країна 1 підвищує свою податкову ставку, то збільшує податкову базу країни 2 і стимулює країну 2 до підвищення своєї податкової ставки, і навпаки: податки країн 1, 2 є стратегічними доповнювачами. Податкова конкуренція веде до втрати податкової бази країни 1. При цьому (сумарний) звітний прибуток фірм у країні 1 перевищує звітний прибуток у країні 2, а фіскальні надходження у країні 1 перевищують фіскальні надходження у країні 2.

Таким чином, міжнародна податкова конкуренція поєднується з міжнародною податковою кооперацією за світові корпорації, які мають можливості зсуву звітних прибутків серед різних країн [17].

КМУ своїм розпорядженням № 77-р від 23.01.2019 затвердив план реалізації нового етапу реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні на 2019–2021 рр. Серед основних заходів варто зазначити: формування нової територіальної основи для діяльності органів влади на рівні громад і районів; передача повноважень органів виконавчої влади органам місцевого самоврядування; створення належної ресурсної бази для здійснення повноважень органів місцевого самоврядування.

Задля успішної реалізації стратегічних рішень такого рівня слід виходити з результатів економіко-статистичного аналізу даних та якісних експертних оцінок. В роботі [18] розглянуто й емпірично оцінено співвідношення ряду ресурсних факторів та обсягів виробництва за географічно суміжними районами Дніпропетровщини, Миколаївщини та Херсонщини. Представлений порівняльний аналіз відображає можливі шляхи розвитку за децентралізації та вказує на найкращі практики його втілення. Географічна близькість досліджуваних регіонів значною мірою виключає гетерогенний вплив зовнішніх факторів, залишаючи ключове місце саме місцевій стратегії розвитку. Політика децентралізації

та максимальної відкритості регіонів на сьогодні визнана в світі найефективнішою для стимулювання економічного зростання, а відтак і підвищення рівня життя населення.

Інвестиції в розвиток транспортної та освітньої інфраструктури виглядають досить непоганим стратегічним рішенням для об'єднаних територіальних громад (ОТГ). Однак для повноцінного успіху цього недостатньо. Кращі шляхи сполучення мають вести до пожвавлення підприємницької діяльності, а інвестиції в освіту – до належно підготовленого кваліфікованого кадрового потенціалу. Інший аспект стратегічного розвитку – прозорість та налагодження відносин з потенційними інвесторами, пошук нереалізованих експортних можливостей регіону, вивчення кращих практик сусідніх успішних ОТГ, створення сприятливих умов ведення бізнесу та прояву підприємницької ініціативи.

Нехай регіон (область)  $i$  України складається з  $n_i$  районів (і міст), для яких наявна поновлювальна шокквартильна статистика соціально-економічних показників. Алгоритм оцінки ефективності регіонів складається з наступних кроків [19].

**Крок 1.** Обираємо період для проведення оцінки, починаючи з 2016 р. (раніше 2016 року статистика в розрізі районів не оприлюднювалась)

**Крок 2.** Формується вектор даних  $W$ , що містить значення середньомісячної нарахованої заробітної плати (wage)  $W_t$  (грн.) штатних працівників у кожному вказаному кварталі для кожного району  $j=0, 1, 2, \dots, n_i$  (район з індексом 0 відповідає регіону  $i$  в цілому).

**Крок 2.2.** Формується вектор даних  $L$ , що містить значення квартальної нарахованої заробітної плати  $L_t = 3W_t$  (грн.) штатних працівників (обсягу праці (labor)) у кожному вказаному кварталі (для кожного району  $j=0, 1, 2, \dots, n_i$ ).

**Крок 3.** Формується вектор даних  $N$ , що містить значення чисельності  $N_t$  (осіб) наявного населення на кінець кварталу  $t$ .

**Крок 4.** Формується вектор даних  $C_u$ , що містить значення, обсягу освоєних (використаних) капітальних (capital) інвестицій  $C_u = \sum_{t=1}^u C_t$  (тис. грн.) за період  $T$  –  $u$  перших  $u=I, II, III, IV$  кварталів року  $T$ .

**Крок 5.** Якщо для деякого  $u$  не оприлюднено значення  $C_u$  району  $k$ , то обчислюється різниця (difference)  $D_C$  між значенням  $C_u$  (відповідного) регіону і сумою відомих значень  $C_u$  районів, а також різниця  $D_N$  між значенням  $N_0$  регіону і сумою значень  $N_j$  цих районів.

**Крок 5.1.** Генерується значення  $C_u = \frac{N_k D_C}{D_N}$  для кожного такого району  $k$ .

**Крок 6.** Формується вектор даних  $C$ , що містить значення обсягу  $C_t$  (тис. грн.) капітальних інвестицій за квартал  $t$ .

**Крок 6.2.** Формується вектор даних  $K$ , що містить значення обсягу  $K_t = \frac{C_t}{N_t}$  (грн.) капітальних інвестицій на душу населення за квартал  $t$ .

**Крок 7.** Формується вектор даних  $S$ , що містить значення обсягу  $S_t$  (тис. грн.) реалізованих нефінансових послуг (services) в кварталі  $t$ .

**Крок 8.** Якщо для  $t$  не оприлюднено значення  $S_t$  району  $l$ , то обчислюється різниця  $D_S$  між значенням  $S_t$  регіону і сумою відомих значень  $S_t$  районів, а також різниця  $D_{NS}$  між значенням  $N_0$  регіону і сумою значень  $N_j$  цих районів.

**Крок 8.2.** Генерується значення  $S_t = \frac{N_l D_S}{D_{NS}}$  для кожного такого району  $l$ .

**Крок 9.** Формується вектор даних  $I$ , що містить значення обсягу  $I_u = \sum_{t=1}^u I_t$  (тис. грн.) реалізованої промислової (industrial) продукції (товарів, послуг) без ПДВ та акцизу за період  $T$  –  $u$  перших  $u=I, II, III, IV$  кварталів року  $T$ .

**Крок 10.** Якщо для деякого  $u$  не оприлюднено значення  $I_u$  району  $m$ , то обчислюється різниця (difference)  $D_I$  між значенням  $I_u$  регіону і сумою відомих значень  $I_u$  районів, а також різниця  $D_{NI}$  між значенням  $N_0$  регіону і сумою значень  $N_j$  цих районів.

**Крок 10.1.** Генерується значення  $I_u = \frac{N_m D_I}{D_{NI}}$  для кожного такого району  $m$ .

**Крок 11.** Формується вектор даних  $I$ , що містить значення обсягу  $I_t$  (тис. грн.) реалізованої промислової продукції за квартал  $t$ .

**Крок 12.** Формується вектор даних  $Y$ , що містить значення обсягу  $Y_t = \frac{I_t + S_t}{N_t}$  (грн.) реалізованих нефінансових послуг і реалізованої промислової продукції на душу (наявного) населення за квартал  $t$ .

**Крок 13.** З результатів побудови крос-секційної регресії  $\ln Y_t = a \ln K_t + b \ln L_t + c$  обчислюються залишки (residuals)  $R_j$  функції для всіх районних спостережень  $j = 1, 2, \dots, n_j$ .

**Крок 14.** Якщо  $\ln Y_{tr} = a \ln K_{tr} + b \ln L_{tr} + c + R_{tr}$ ,  $R_{tr} > 0$ , то район  $r$  має порівняно вищу економічну ефективність у кварталі  $t$  і навпаки.

Зауважимо, що в емпіричних розрахунках на основі статистичних даних  $a + b \neq 1$ .

За економічною ефективною стабільними лідерами Тернопільщини є кластери: 1) суміжні Кременецький, Збаразький, Лановецький, Козівський райони, м. Тернопіль, м. Бережани; 2) суміжні Гусятинський, Чортківський Борщівський райони, м. Чортків [20]. Оцінений потенційний експорт області на 64% перевищує спостережуваний.

За економічною ефективною стабільними лідерами Кіровоградщини є 4 кластери: 1) суміжні м. Кропивницький, Кіровоградський, Новомиргородський, Новоукраїнський райони, м. Знамянка, м. Олександрія, м. Світловодськ, Світловодський район; 2) Долинський район; 3) Голованівський район; 4) Гайворонський район [21]. Потенційно досяжний експорт області на 54% перевищує поточні обсяги експорту.

За ефективністю економіки промисловості та сфери послуг стабільними лідерами Луганщини є два кластери: 1) суміжні м. Рубіжне, Кремінський, Новоайдарський, Старобільський, Біловодський, Попаснянський райони; 2) прикордонні Новопсковський, Марківський і Міловський райони [22]. Загалом потенційний рівень експорту регіону на 43% вище поточного рівня.

Захист від біозагроз, охорона здоров'я, медичне страхування вимагають системної стійкості та інтегрованого менеджменту, що базуються на сучасних інформаційно-комунікаційних технологіях. Подібні технології для соціального страхування успішно розробив і впровадив Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України. На конкретному прикладі районів Запорізької області показано, які заклади охорони здоров'я виявилися без належної державної підтримки та яким чином передбачати й управляти розподіленими мережами на великих даних [23].

Охорона здоров'я характерна тим, що належить до головних державних функцій та основних видів економічної діяльності водночас, а також тим, що в сучасних умовах дає продукти подвійного застосування – використання як для звичайних цілей, так і для цілей оборони від новітніх біозагроз. При реформуванні цієї державної функції в Україні основне фінансування здійснюється НСЗУ, де керівництво змінюється порівняно часто.

## Висновки

Конкуренція є рушійною силою для ефективної роботи як приватного, так і громадського сектору. У приватному секторі конкуренція сприятиме ефективності тому, що фірми, які найкраще задовольняють споживчим перевагам, виживатимуть і процвітатимуть, а інші втрачатимуть споживачів і зазнаватимуть збитків. Оскільки конкуренція дисциплінує всіх, то конкуренція серед урядів та юрисдикцій спонукатиме їх найкраще задовольняти волю їхніх резидентів. Коли уряд або юрисдикція не може задовольняти потреби своїх резидентів, останні голосуватимуть своїми ногами і переходимуть до інших (часто – сусідніх) юрисдикцій, які пропонують кращі умови. Розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, можливостей персоналізованих засобів охорони здоров'я, потреб захисту від сучасних біозагроз передбачатиме постійний аналіз великих даних на всіх рівнях – від міжнародного і державного рівнів до рівнів пунктів здоров'я та окремих фізичних осіб.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбачук М. Л., Самоїленко А. М. Михайло Васильович Остроградський і його роль у розвитку математики. *Український математичний журнал*. 2001. Т. 53, № 8. С. 1011–1023.
2. Горбачук В. М. Розвиток математичної економіки європейськими державними діячами. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: економічні науки*. 2014. Вип. 9. Ч. 7. С. 220–225.
3. Горбачук І. Т., Горбачук В. О., Мусієнко Ю. А. Деякі питання сучасного стану фізико-математичної освіти в Україні і перспективи. *Сучасні проблеми фізико-математичної освіти і науки* (25–26 травня 2017 р., Київ, Україна). До 95-річчя від дня народження доктора технічних наук, професора Дуценка В. П. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2017. С. 120–122.
4. Горбачук М. Л., Пташник Б. Й., Ільків В. С. Життєвий і творчий шлях геніального українського математика Георгія Вороного. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Фізико-математичні науки*. 2018. № 898. С. 26–33.
5. Gorbachuk V., Dunaievskiy M., Suleimanov S.-B. Modeling of agency problems in complex decentralized systems under information asymmetry. *IEEE Conference on Advanced Trends in Information Theory* (December 18–20, Kyiv, Ukraine). Kyiv: Taras Shevchenko National University of Kyiv, 2019. P. 449–454.
6. Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Морозов О. О. Характеристика рівноваг ланцюгів постачання. *Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: технічні науки*. 2019. Вип. 19. С. 31–37.
7. Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Морозов О. О. Рівноважні інвестиції у кібербезпеку мережі ланцюгів постачання. *Вісник Київського університету. Серія: фізико-математичні науки*. 2017. № 2. С. 47–52.
8. Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Сирку А. А., Сулейманов С.-Б. Вартості досконалої інформації та стохастичного рішення. *Комп'ютерна математика*. 2017. № 2. С. 108–117.
9. Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Сулейманов С.-Б., Батіг Л. О., Симонов Д. І. Моделі прийняття рішень на ринку хмарних послуг. *Кібернетика та комп'ютерні технології*. 2021. № 3. С. 53–64.
10. Гайворонський О. О., Горбачук В. М., Дунаєвський М. С. Стратегічна взаємодія провайдерів диференційованих Інтернет-послуг. *Проблеми управління і інформатики*. 2021. № 6. С. 102–113.
11. Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Сирку А. А., Сулейманов С.-Б. Оптимізаційні питання оцінювання щільності на реальних даних. *Штучний інтелект*. 2017. № 3-4. С. 101–110.
12. Дунаєвський М. С. Надійна модель контролю забруднення агропромисловістю за невизначених погодних умов. *Комп'ютерна математика*. 2018. № 1. С. 36–45.
13. Gorbachuk V. M., Dunaievskiy M. S., Syrku A. A., Suleimanov S.-B. Substantiating the diffusion model of innovation implementation and its application to vaccine propagation. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2022. Vol. 58. No. 1. P. 84–94.
14. Дунаєвський М. С. Моделювання системи оптимального використання водних, енергетичних та продовольчих ресурсів. *Комп'ютерна математика*. 2019. № 1 С. 3–9.
15. Дунаєвський М. С., Лефтеров О. В., Большаков В. М. Використання загальнодоступного програмного забезпечення у моделюванні епідеміологічних трендів. *Кібернетика та комп'ютерні технології*. 2020. № 3. С. 32–42.
16. Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Сулейманов С.-Б. Прогнозування ефективності багатокомпонентних обчислювальних систем. *Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології*. 2021. 32. С. 96–100.
17. Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Сулейманов С.-Б. Податкова конкуренція і кооперація за світової корпорації. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2018. № 3 (66). Т. 1. С. 45–54.
18. Дунаєвський М. С. Економічне зростання суміжних районів за децентралізації. *Теорія оптимальних рішень*. 2019. №18. С. 94–99.
19. Кнопов П. С., Горбачук В. М., Кирилюк В. С., Атоєв К. Л., Дунаєвський М. С., Сирку А. А. Інтелектуальні засоби поквартального оцінювання економічної ефективності й цільової структури експорту у 2017–2018 рр. на прикладі Київщини. *Штучний інтелект*. 2018. №3. С. 111–125.
20. Горбачук В. М., Неботов П. Г., Дунаєвський М. С. Поквартальне оцінювання економічної ефективності й структури експорту Тернопільщини у 2017–2018 рр. *Приазовський економічний вісник*. 2018. Вип. 6 (11). С. 574–584.
21. Горбачук В. М., Шпига С. П., Дунаєвський М. С. Поквартальне оцінювання економічної ефективності й структури експорту Кіровоградщини у 2017–2018 рр. *Вісник Одеського національного університету імені І.І.Мечникова. Економіка*. 2018. Т. 23. Вип. 5 (70). С. 177–185.
22. Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Симонов Д. І. Поквартальне оцінювання економічної ефективності й цільової структури експорту Луганщини. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2021. Випуск 3 (30). С. 102–113.
23. Горбачук В. М., Гавриленко С. О., Голоцуков Г. В., Дунаєвський М. С., Ніколенко Д. І. До інтегрованого менеджменту і фінансового забезпечення інфраструктури охорони здоров'я районів Запоріжчини. *Кібернетика та комп'ютерні технології*. 2020. № 4. С. 87–99.

**Горбачук Василь Михайлович** — доктор фізико-математичних наук, завідувач відділу інтелектуальних інформаційних технологій, Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України, Київ, e-mail: GorbachukVasy1@netscape.net

**Дунаєвський Максим Сергійович** — молодший науковий співробітник відділу інтелектуальних інформаційних технологій, Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України, Київ

**Gorbachuk Vasy1 M.** – Doctor of Science (Physics and Mathematics), Head of Department of Intelligent Information Technologies, V. M. Glushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, e-mail: GorbachukVasy1@netscape.net

**Dunaievskiy Maksym S.** – Junior Research Associate, Department of Intelligent Information Technologies, V. M. Glushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

## **APPLICATION OF MATHEMATICAL APPARATUS OF FUZZY MULTIPLIERS FOR FORECASTING DISEASES ON THE EXAMPLE OF SUGAR DIABETES**

<sup>1</sup>Vinnitsia National Technical University

### **Анотація**

*Проаналізовано основні напрями застосування математичних методів у медичній діагностиці, сформульовано їх недоліки, принципи діагностики, засновані на нечіткій логіці. Розроблено математичні моделі та алгоритми, що формалізують процес прийняття діагностичних рішень на основі нечіткої логіки при кількісних та якісних параметрах стану пацієнта; розробляються математичні моделі функцій членування, формалізуючи представлення кількісних і якісних параметрів стану пацієнтів у вигляді нечітких множин, що використовуються в моделях і алгоритмах діагностики і визначення діагнозу при діабетичному кетоацидозі.*

**Ключові слова:** інформаційно-експертна система, контроль-метод нечітких множин, датчики, медична діагностика, діабетичний кетоацидоз.

### **Abstract**

*Main directions of the application of the mathematical methods in medical diagnosis are analyzed, their drawbacks are evaluated, principles of diagnosis, based on fuzzy logic are formulated. Mathematical models and algorithms, formalizing the process of diagnostic decisions making on the base of fuzzy logic at quantitative and qualitative parameters of the patient state are developed; mathematical models of the membership functions, formalizing the presentation of quantitative and qualitative parameters of the patients state in the form of the fuzzy sets, used in the models and algorithms of diagnosis and determining the diagnosis in case of diabetic ketoacidosis are developed.*

*Aim of the study is realization of the computer-based expert system for the solution of the problems, dealing with medical diagnosis on the base of fuzzy logic in case of Diabetic Ketoacidosis.*

**Key words:** information expert system, control-method of fuzzy sets, sensors, medical diagnostics, diabetic ketoacidosis.

### **Introduction**

Diabetes – is one of the growing problems of the public health service in XXI century. According to the data of the 9<sup>th</sup> edition of the Diabetes Atlas of IDF (The International Diabetes Federation) for a year 2019 the amount of diabetic patients among the adult population in the world is on average 9.3 % (from 6 to 11 % in different regions). In absolute terms this is approximately 463 million persons, among them more than 1.1 million of diabetes cases of the first type is among children.

Diabetic ketoacidosis(DKA) is an acute decompensation of the diabetes as a result of poor control of glycemia, that is characterized by the sharp increase of the glucose level and Ketone bodies in the blood, emergence of the ketone bodies in the urine and metabolic acidosis, that may cause death as a result of brain edema [1, 2]. Acute complication of diabetes results in considerable financial loading both on the health care system and the patient. The amount of expenses may reach approximately 26566 USD per patient for the period of the hospitalization in the USA [3]. Main standard approach to the stratification of the patient by the degree of Diabetic Ketoacidosis severity is the assessment and distribution according to the level of blood pH (for the arterial blood DKA I 7.21 - 7.34, DKA II 7.10 - 7.20, DKA III<7.1) [4, 5, 6]. Additional criteria of the severity assessment in some countries are level of bicarbonates and beta-y-hydroxybutyrate [7, 8].

## Aim and tasks of the research

Aim of the research is the realization of the automated expert system for the solution of the problems of medical diagnostics, on the base of fuzzy logic in case of Diabetic Ketoacidosis.

The given paper analyses main directions of the application of the mathematic methods in medical diagnostics, the drawbacks of these method are analyzed, principles of diagnostics, based on fuzzy logic are formulated, mathematical models and algorithms, which formalize the diagnostic decisions making process on the base of fuzzy logic at quantitative and qualitative parameters of the patient`s state are developed, mathematical models of the membership functions, formalizing the presentation of quantitative parameters of the patient`s state in the form of fuzzy sets, used in the models and algorithms of Diabetic Ketoacidosis diagnostics are elaborated.

## Usage of mathematic tools of fuzzy logic for the processing of the diagnostic information

In the given study such laboratory indices of the arterial blood were determined, blood pH, partial pressure of carbon dioxide - pCO<sub>2</sub>, total content of carbon dioxide in the blood - tCO<sub>2</sub> and partial pressure of oxygen - pO<sub>2</sub>. All the patients were taken blood tests regarding the gas composition and indices of acid-base balance. Blood sample was taken mainly from the radial artery of the nondominant hand in the place of the palpatory determination of the best pulsation of the vessel in the heparinized syringe of 2 ml of volume during the hospitalization. Prior Allan`s test was taken. Blood samples were taken to the laboratory during 1-2 min for the immediate laboratory study. If necessary, the corrective indices of Hb, body temperature, oxygen concentration in the mixture, taken by the patient were input into "Easy Blood Gas" (USA, 2008). Gas analysis of the blood was determined by the method of the potentiometric measurement, by means of ion-selective electrodes, using automatic analyzer "Easy Blood Gas" (USA, 2008).

Necessary range will correspond to this decision, this range indicates the degree of the severity level in case of Diabetic Ketoacidosis.

## Practical realization of the medical expert system for the assessment of diabetic ketoacidosis severity

For the realization of the operation of the blocks of adjustment, membership functions storage, fuzzy processing and output of the expert system principles of obtaining the valid diagnosis on the base of fuzzy logic were provided as the basis.

Analytical expressions of the functions  $\mu^j(x_1)$  from the value  $X_1$  (pHARTERIA), if  $PH = \overline{6,9; 7,45}$  [8]

$$\tilde{\mu}^L(X_1) = \begin{cases} \frac{3,575 - 0,5x_1}{0,12}, x_1 \in [6,9; 7,03] \\ \frac{3,725 - 0,5x_1}{0,42}, x_1 \in [7,03; 7,45] \end{cases} ; \tilde{\mu}^{LA}(X_1) = \begin{cases} \frac{0,5x_1 - 3,385}{0,13}, x_1 \in [6,9; 7,03] \\ \frac{3,655 - 0,5x_1}{0,14}, x_1 \in [7,03; 7,17] \\ \frac{3,725 - 0,5x_1}{0,28}, x_1 \in [7,17; 7,45] \end{cases} ;$$

$$\tilde{\mu}^A(X_1) = \begin{cases} \frac{x_1 - 6,9}{0,27}, x_1 \in [6,9; 7,17] \\ \frac{7,45 - x_1}{0,28}, x_1 \in [7,17; 7,45] \end{cases} ; \tilde{\mu}^{HA}(X_1) = \begin{cases} \frac{0,5x_1 - 3,45}{0,27}, x_1 \in [6,9; 7,17] \\ \frac{0,5x_1 - 3,515}{0,14}, x_1 \in [7,17; 7,31] \\ \frac{3,795 - 0,5x_1}{0,14}, x_1 \in [7,31; 7,45] \end{cases} ;$$

$$\tilde{\mu}^H(X_1) = \begin{cases} \frac{0,5x_1 - 3,45}{0,4}, x_1 \in [6,9; 7,31] \\ \frac{0,5x_1 - 3,58}{0,14}, x_1 \in [7,31; 7,45] \end{cases} .$$

$$\tilde{\mu}^H(X_2) = \begin{cases} \frac{0,5x_2 - 5}{37,5}, & x_2 \in [10;47,5] \\ \frac{30 - 0,5x_2}{12,5}, & x_2 \in [47,5;60] \end{cases}$$

Basic ideology of the information medical expert system operation for the assessment of the Diabetic Ketoacidosis severity, on the base of the introduction of fuzzy logic blocks for the assessment of the severity stage in case of Diabetic Ketoacidosis is shown in Fig. 1 (to improve the reliability of the assessment it is planned to perform the assessment by the venous component).

The result of realization of the given blocks was the developed programming shell, in this case, the user is proposed after the launching of the program to introduce the value of the low and upper scale of values, that is in the data base of certain pathology, in our case, we introduce the values which are basic for the determination [8].

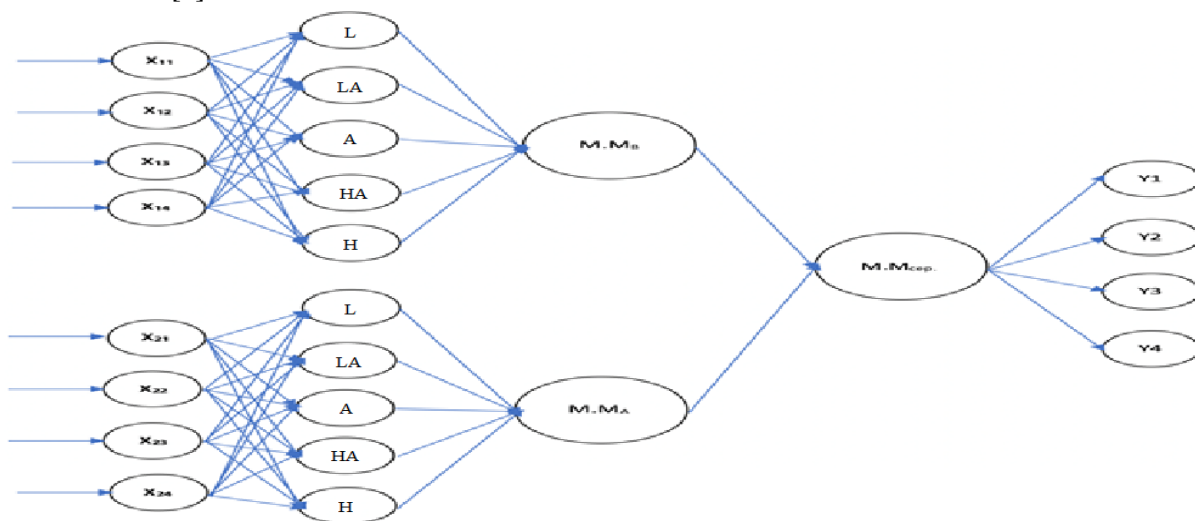


Fig 1. Fuzzy logic blocks for the assessment of the severity stage

### Conclusions

Method of the application of fuzzy sets for the realization of the information expert system for the solution of the problems of medical diagnostics, in particular for Diabetic Ketoacidosis diagnosis was further developed.

Main directions of mathematic methods application in medical diagnostics were analyzed, their drawbacks were evaluated, principles of diagnostics, based on fuzzy logic were formulated.

Basic scientific results: mathematical models and algorithms, formalizing the process of diagnostic decisions making on the base of fuzzy logic, taking into account quantitative and qualitative parameters of patient's state were developed; mathematical models of the membership functions, formalizing the presentation of the quantitative and quantitative parameters of the patient's state in the form of fuzzy sets, used in the models and algorithms of diagnostics and determining the diagnosis in case of Diabetic Ketoacidosis were developed.

The developed models and algorithms of medical diagnostics are based on the ideas and principles of artificial intelligence and knowledge engineering, theory of the experiments planning, theory of fuzzy sets and linguistic variables. Validation of the expert system is performed on real data.

Practical value of the research is the possibility of the application of the automated expert system for the solution of the problems of medical diagnostics on the base of fuzzy logic for the classification of the severity

degree of Diabetic Ketoacidosis. Program shell on the base of fuzzy expert system is created. This shell can be used as a tool for the design of the object-oriented systems, necessary for the intelligent support of diagnostic decisions in different branches of medicine, including clinical practice and doctors training. Characteristic feature of the shell is that it enables to create expert diagnostic systems without special training in the sphere of programming and fuzzy sets.

## References

1. Khan, Vinshi, et al. "Incidence, Predictors and Outcomes of Cerebral Edema Among Patients With Diabetic Ketoacidosis (DKA) From Nationwide Inpatient Sample (NIS) 2002-2015: 2725." *American Journal of Gastroenterology* 113 (2018): S1519.
2. Rotshtein A. Design and Tuning of Fussy IF – THEN Vuly for Medical Didicol Diagnosis. In *Fuzzy and Neuro-Fuzzy Systems in Medicine* (Eds: N. Teodovescu, A. Kandel, I. Lain.). – USA. CRC-Press, 1998, pp. 235–295.
3. Valentina K. Serkova, Sergey V. Pavlov, Valentina A. Romanava, et al. Medical expert system for assessment of coronary heart disease destabilization based on the analysis of the level of soluble vascular adhesion molecules // *Proc. SPIE 10445, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2017*, 104453O; doi: 10.1117/12.2280984.
4. Khan, Vinshi, et al. "Incidence, Predictors and Outcomes of Cerebral Edema Among Patients With Diabetic Ketoacidosis (DKA) From Nationwide Inpatient Sample (NIS) 2002-2015: 2725." *American Journal of Gastroenterology* 113 (2018): S1519.
5. Desai, Dimpi, et al. "Health care utilization and burden of diabetic ketoacidosis in the US over the past decade: a nationwide analysis." *Diabetes Care* 41.8 (2018): 1631-1638.
6. Nyenwe, Ebenezer A., and Abbas E. Kitabchi. "The evolution of diabetic ketoacidosis: an update of its etiology, pathogenesis and management." *Metabolism* 65.4 (2016): 507-521.
7. Pavlov V.S. . *Information Technology in Medical Diagnostics II* // Wójcik, W., Pavlov, S., Kalimoldayev, M. (2019). London: Taylor & Francis Group, CRC Press, Balkema book. – 336.
8. Zorina Nizhynska-Astapenko, Sergiy Pavlov, Oleg Vlasenko, Waldemar Wojcik, Maryna Vlasenko, Olga Chaikovska, Volodymyr Pavlov, Ainur Orazayeva, Katerina Shevchuk, and Tetiana Vuzh "Information medical fuzzy-expert system for the assessment of the diabetic ketoacidosis severity on the base of the blood gases indices", *Proc. SPIE 12126, Fifteenth International Conference on Correlation Optics*, 1212626 (20 December 2021); <https://doi.org/10.1117/12.2616675>

*Павлов Володимир Сергійович* - аспірант кафедри біомедичної інженерії, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [volodymyrpavloff@gmail.com](mailto:volodymyrpavloff@gmail.com)

*Хом'юк Ірина Володимирівна* - д. пед. н., професор, професор кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com)

*Шевчук Катерина Сергіївна*- магістрантка кафедри біомедичної інженерії, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [katenka.shevchuk@gmail.com](mailto:katenka.shevchuk@gmail.com)

*Volodymyr S. Pavlov* - postgraduate student of the Department of Biomedical Engineering, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnitsa National Technical University, city of Vinnytsia, e-mail: [volodymyrpavloff@gmail.com](mailto:volodymyrpavloff@gmail.com)

*Irina V. Khomyuk* - Doctor of Science (Ped.), Professor of Higher Mathematics Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [vikiraivh@gmail.com](mailto:vikiraivh@gmail.com)

*Katerina S. Shevchuk*- master of the Department of Biomedical Engineering, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Khmelnytsky Hwy, 95, 21021 Vinnytsia, Ukraine, E-mail: [katenka.shevchuk@gmail.com](mailto:katenka.shevchuk@gmail.com)

СПОСІБ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ ДЕФОРМАЦІЙ ПРИ  
ШТАМПУВАННІ ОБКОЧУВАННЯМ<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет,<sup>2</sup>Вінницький національний аграрний університет**Анотація**

Запропоновано методику побудови моделі траєкторії деформацій для можливості здійснення моделювання деформованості матеріалів заготовок під час технологічних операцій штампування обкочуванням. За базисну взято сплайн-подібну дволанкову функцію, що утворена з функції синус та похідною до неї в деякій точці. В результаті повороту базисної функції на деякий кут відносно початку координат, зсуву вздовж осі показника напруженого стану та масштабування по накопиченій деформації отримано та проаналізовано параметрично задану функцію трьох аргументів.

**Ключові слова:** траєкторія деформацій, сплайн-подібна функція, показник напруженого стану, накопичена деформація, штампування обкочуванням.

**Abstract**

A method of constructing a deformation trajectory model is proposed for the possibility of modeling the deformability of workpiece materials during the technological operations of stamping by rolling. A spline-like two-link function formed from the sine function and its derivative at some point is taken as the basic one. As a result of rotation of the basic function by some angle relative to the origin of coordinates, shift along the axis of the stress triaxiality and scaling according to the equivalent plastic strain, a parametrically specified function of three arguments was obtained and analyzed.

**Keywords:** deformation trajectory, spline-like function, stress triaxiality, equivalent plastic strain, rolling stamping.

**Вступ**

Під час пластичного деформування заготовок методом штампування обкочуванням валками різної форми технологічні можливості отримання широкого спектру виробів обмежуються утворенням зон руйнування заготовки [1-4]. Для аналізу процесу тріщиноутворення та його запобігання традиційно використовується теорія деформованості, що передбачає визначення траєкторії деформацій макрочастинок матеріалу небезпечних ділянок [1, 5]. В [1, 5-9] розвивається підхід до моделювання деформованості на основі конструювання траєкторії деформацій матеріалу в небезпечних ділянках заготовки.

Метою роботи є конструювання моделі траєкторії деформацій на основі базисної сплайн-подібної дволанкової функції, графік якої повернутий на деякий кут та зсунутий вздовж осі показника напруженого стану.

**Результати дослідження**

За базисні елементи траєкторії деформацій візьмемо деяку функцію

$$y = f(x) \quad (1)$$

та її продовження у вигляді дотичної прямої до цієї функції в точці  $(x_0, y_0 = f(x_0))$

$$y = f'(x_0) \cdot (x - x_0) + y_0 \quad (2)$$

На основі цих базисних елементів отримаємо сплан-подібну функцію

$$y = \begin{cases} f(x), & a \leq x \leq x_0 \\ f'(x_0) \cdot (x - x_0) + y_0, & x > x_0 \end{cases} \quad (3)$$

Функцію (3) називаємо сплан-подібною, оскільки в точці склейки  $x_0$  виконуються умови неперервності функції та її першої похідної.

За умови

$$f(x) = \sin(x), \quad (4)$$

на основі (3) матимемо

$$y = \begin{cases} \sin(x), & 0 \leq x < x_0 \\ \cos(x_0) \cdot (x - x_0) + \sin(x_0), & x \geq x_0 \end{cases}, \quad x_0 > 0 \quad (5)$$

Для отримання апроксимацій, що здатні відворювати траєкторії деформування, отримані методом числового моделювання, необхідно графік цієї функції повернути на кут  $\alpha$ , зсунути на -1 вздовж горизонтальної осі (показник напруженого стану  $\eta$ ) та масштабувати за величиною накопиченої деформації введенням коефіцієнта  $b$ .

В результаті траєкторія деформування апроксимується параметрично заданою функцією трьох аргументів.

$$\begin{cases} \eta = \begin{cases} t \cdot \cos(\alpha) - \sin(t) \cdot \sin(\alpha) - 1, & 0 \leq t \leq x_0 \\ t \cdot \cos(\alpha) - [\sin(x_0) + \cos(x_0) \cdot (t - x_0)] \cdot \sin(\alpha) - 1, & \eta > x_0 \end{cases} \\ \varepsilon_i = b \cdot \begin{cases} t \cdot \sin(\alpha) + \sin(t) \cdot \cos(\alpha), & 0 \leq t \leq x_0 \\ t \cdot \sin(\alpha) + [\sin(x_0) + \cos(x_0) \cdot (t - x_0)] \cdot \cos(\alpha), & t > x_0 \end{cases} \end{cases} \quad (6)$$

де  $\varepsilon_i$  – накопичена деформація;  $\eta$  - показник напруженого стану.

Результати моделювання траєкторій деформування за отриманим співвідношенням показано на рис. 1 а, б.

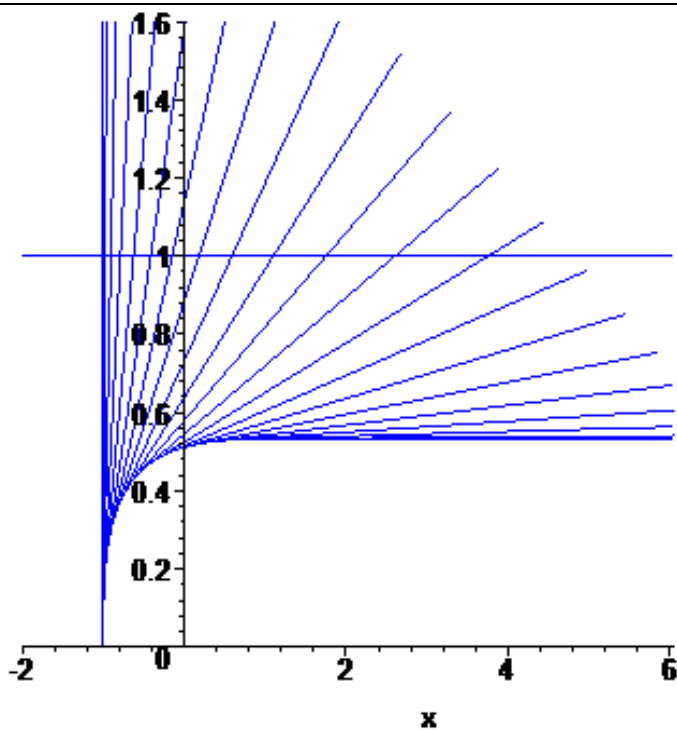
### Висновки

Запропонована методика побудови моделі траєкторії деформацій та отримана модель показали свою працездатність в плані відображення особливостей перебігу зміни напружено-деформованого стану матеріалу заготовки під час технологічних операцій штампування обкочуванням.

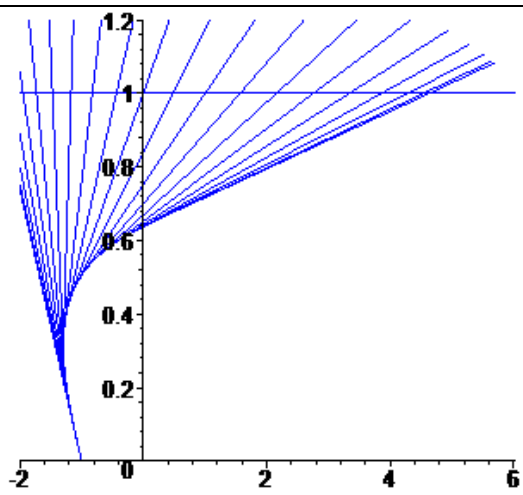
### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Матвійчук В. А. Совершенствование процессов локальной ротационной обработки давлением на основе анализа деформируемости металлов: Монография / В. А. Матвійчук, И. С. Алиев. – Краматорск: ДГМА, 2009. – 268 с
2. Красвський В. О., Матвійчук В. А., Михалевич В. М. Вплив технологічних параметрів на кінематику холодного торцевого розкочування. Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в машинобудуванні і металургії. Краматорськ-Слов'янськ. 2003. С. 286-291
3. Матвійчук В.А., Михалевич В.М., Колісник М.А. Оцінка деформовності матеріалу заготовок при прямому і зворотному витискуванні методом штампування обкочуванням. Вібрації в техніці та технологіях. 2022. №1(104). С. 81-91.
4. Матвійчук В.А., Колісник М.А., Штуць А.А. Дослідження напружено-деформовного стану матеріалу заготовок при прямому витискуванні методом штампування обкочування. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2018. № 3(102). С. 77-84.
5. Михалевич В. М. Тензорні моделі накопичення пошкоджень. Вінниця: "УНІВЕРСУМ - Вінниця". 1998. С. 195.
6. Михалевич В. М., Матвійчук В.А., Добранюк Ю. В., Трач Є. А. Прогнозування граничного стану бічної поверхні циліндричних зразків при торцевому стисненні// Обработка материалов давлением, №1(30) 2012, с. 24-30
7. Михалевич В. М. Узагальнення експериментально-аналітичної методики аналізу процесу осадження/ В. М. Михалевич, Ю. В. Добранюк, В. А. Матвійчук, Є. А. Трач // Обработка металлов давлением: сборник научных трудов. — Краматорск : ДГМА. — 2014. — №1(38). — С. 41—47.

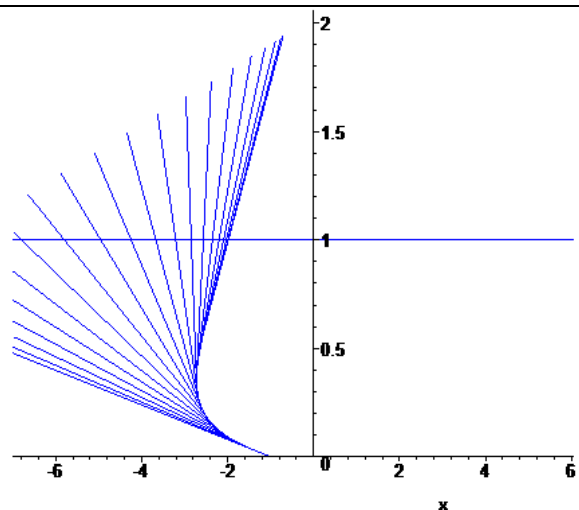
8. Матвійчук, В.А., Михалевич, В. М. (2016) «Розвиток процесів локального деформування», За ред. Богуслаєва В.О., Бобиря М.І., Тітова В.А., Кочана О.Я. Теорія та практика обробки матеріалів тиском, Моторсич, Запоріжжя, с. 339-363.
9. Михалевич В. М. Оцінка деформовності матеріалу заготовок при вальцюванні / В. М. Михалевич, В. А. Матвійчук, І. А. Бубновська // ТЕХНІКА, ЕНЕРГЕТИКА, ТРАНСПОРТ АПК. – Вінниця: ВНАУ – 2021. – № 2(113). – С. 56-64.



$$b=0.24; \alpha = \frac{\pi}{4};$$



$$b=0.24; \alpha = \frac{11\pi}{20};$$

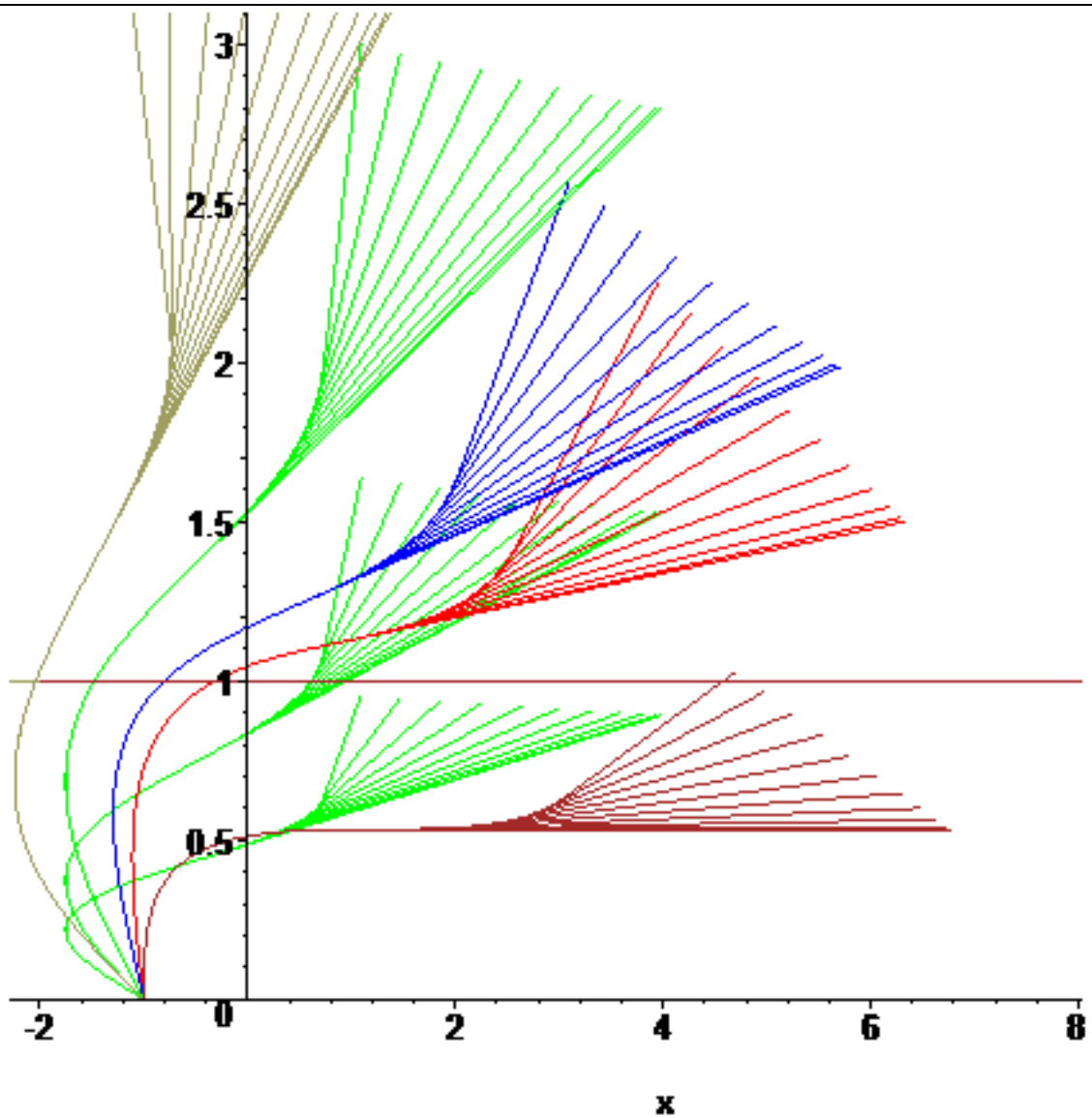


$$b=0.24; \alpha = \frac{9\pi}{20};$$

a)

$$x_0 = 0, \frac{\pi}{20}, \frac{\pi}{10}, \frac{3\pi}{20}, \frac{\pi}{5}, \frac{\pi}{4}, \frac{3\pi}{10}, \frac{7\pi}{20}, \frac{2\pi}{5}, \frac{9\pi}{20}, \frac{\pi}{2}, \frac{11\pi}{20}, \frac{3\pi}{5}, \frac{13\pi}{20}, \frac{7\pi}{10}, \frac{3\pi}{4}, \frac{4\pi}{5}, \frac{17\pi}{20}, \frac{9\pi}{10}, \frac{19\pi}{20}, \pi$$





$$x_0 = \pi, \frac{21\pi}{20}, \frac{11\pi}{10}, \frac{23\pi}{20}, \frac{6\pi}{5}, \frac{5\pi}{4}, \frac{13\pi}{10}, \frac{27\pi}{20}, \frac{7\pi}{5}, \frac{29\pi}{20}, \frac{3\pi}{2};$$

**khaki** –  $b=0.44$ ;  $\alpha = \frac{11}{20}\pi$ ; **green** –  $b=0.44, 0.24, 0.14$ ;  $\alpha = \frac{9}{20}\pi$ ; **blue** –  $b=0.44$ ;  $\alpha = \frac{7}{20}\pi$ ;

**red** –  $b=0.44$ ;  $\alpha = \frac{3}{10}\pi$ .

Рис. 1. Траєкторії деформування макрочастинок матеріалу заготовки під час операцій штампування обкочуванням за різними технологічними схемами:

горизонтальна вісь – показник напруженого стану; вертикальна вісь - накопичена деформація;

green –  $\pi, \frac{21\pi}{20}, \frac{11\pi}{10}, \frac{23\pi}{20}, \frac{6\pi}{5}, \frac{5\pi}{4}, \frac{13\pi}{10}, \frac{27\pi}{20}, \frac{7\pi}{5}, \frac{29\pi}{20}, \frac{3\pi}{2}$

**Володимир Маркусович Михалевич** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [vmykhal@gmail.com](mailto:vmykhal@gmail.com)

**Віктор Андрійович Матвійчук** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри «Електроенергетики, електротехніки та електромеханіки», Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, e-mail: [yamatv50@gmail.com](mailto:yamatv50@gmail.com);

**Микола Анатолійович Колісник** — аспірант, Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, e-mail: [kolisnik30@gmail.com](mailto:kolisnik30@gmail.com)

*Mykhalevych Volodymyr M. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair for Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [vmykhal@gmail.com](mailto:vmykhal@gmail.com)*

*Matviichuk Viktor A. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair for Electric Power, Electrical Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, [yamatv50@gmail.com](mailto:yamatv50@gmail.com)*

*Kolisnyk Mykola A. — Postgraduate Student, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, e-mail: [kolisnik30@gmail.com](mailto:kolisnik30@gmail.com)*

# СПОСІБ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ ДЕФОРМАЦІЙ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОН ЗАГОТОВОК В ОПЕРАЦІЯХ ВИСАДЖУВАННЯ МЕТОДОМ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ

Вінницький національний аграрний університет

## *Анотація*

*Здійснено аналіз способу конструювання диференціального рівняння та отримання на цій основі залежності між осьовою та коловою компонентами пластичної деформації для описання напруженого стану вільної поверхні циліндричної заготовки під час її торцевого стиснення. Запропоновано узагальнення відомого співвідношення для можливості врахування більш жорсткого напруженого стану матеріалу на вільній бічній поверхні фланця під час операції штампування обкочуванням трубних кільцевих заготовок.*

**Ключові слова:** осьова та колова компоненти пластичної деформації, диференціальне рівняння, координатна сітка, показник напруженого стану, вільна бічна поверхня, фланець, штампування обкочуванням, конічний валок, трубна кільцева заготовка.

## *Abstract*

*An analysis of the method for constructing a differential equation and obtaining on this basis the relationship between the axial and circumferential components of plastic strain to describe the stress state of the free surface of a cylindrical billet during its compression was performed. A generalization of the well-known relation for the possibility of taking into account a more rigid stress state of the material on the free side surface of the flange during the initial stage of the rolling forging operation of annular tubular blanks was proposed.*

**Keywords:** axial and circumferential components of plastic strain, a differential equation, coordinate grid, stress triaxiality, free side surface, flange, annular tubular blank, rolling forging.

## Вступ

Штампування обкочуванням є не тільки широковідомим процесом деформування, що використовується як складова частина технологічного процесу виготовлення деталей, але й ефективним способом дослідження фізико-механічних властивостей матеріалів. Однією з найбільш поширених технологічних операцій штампування обкочуванням є висаджування зовнішніх фланців на трубних (кільцевих) заготовках. Як відомо [2, 3, 4, 5.] під час ШО трубних, циліндричних зразків із малопластичних матеріалів на бічних поверхнях утворюються тріщини.

Для побудови моделі деформовності матеріалу вказаних небезпечних зон заготовок необхідно побудувати залежності між компонентами пластичної деформації матеріалу вільної бічної поверхні фланця.

В працях [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13] запропоновано різні методи визначення траєкторії деформацій.

Доволі ефективний спосіб побудови подібних залежностей на основі конструювання та розв'язання диференціальних рівнянь розвинено в працях [10, 11].

Метою роботи є аналіз зазначеного способу конструювання диференціального рівняння та отримання на цій основі залежності між осьовою  $\varepsilon_z$  та коловою  $\varepsilon_\varphi$  компонентами пластичної деформації для описання напруженого стану матеріалу вільної поверхні фланця заготовки під час операції висаджування методом штампування обкочуванням.

## Результати дослідження

В [10, 11] зазначається, що в літературних джерелах до появи праць цих авторів були відсутні вимоги щодо побудови залежності між компонентами приростів деформацій на вільній бічній поверхні циліндричного зразка під час його торцевого стиснення.

Відсутність таких умов суттєво ускладнює встановлення залежності між осьюовою  $\varepsilon_z$  та коловою  $\varepsilon_\varphi$  компонентами пластичної деформації

$$\varepsilon_z = f(\varepsilon_\varphi) \quad (1)$$

на основі експериментальних даних по замірам зміни розмірів координатної сітки. Це пов'язане з відчутним розсіюванням подібних експериментальних даних та необхідністю використання похідних від залежності (1) під час визначення інваріантів напружено-деформованого стану матеріалу заготовки.

В [10, 11] зазначається, що суттєвого покращення точності визначення інваріантів напружено-деформованого стану матеріалу вільної бічної зони циліндричної заготовки під час її торцевого стиснення, можна досягти за рахунок побудови залежності (1) у вигляді диференціального рівняння, що задовольняє низці певних вимог. Авторами [10, 11] ці умови сформульовані та зазначається, що відоме співвідношення

$$\frac{d\varepsilon_z}{d\varepsilon_\varphi} = -\frac{1}{2} - \frac{3}{2} \cdot \frac{m^2}{\varepsilon_\varphi^2 + m^2}, m > 0, \quad (2)$$

задовольняє всі вказані умови, зокрема

$$\left. \frac{d\varepsilon_z}{d\varepsilon_\varphi} \right|_{\varepsilon_\varphi=0} = -2. \quad (3)$$

Параметр  $m$  звичайно визначається на основі результатів замірів зміни розмірів координатної сітки.

Із застосуванням теорії течії можна показати, що ця умова тотожна умові

$$\eta \Big|_{\varepsilon_\varphi=0} = -1, \quad (4)$$

Це означає, що незалежно від умов тертя на торцях циліндричного зразка на початковій стадії торцевого стиснення матеріал вільної бічної поверхні перебуває в напруженому стані рівномірного стиснення.

Особливої уваги заслуговує схема штампування обкочуванням, коли вершина конічного валка зміщена від осі заготовки в напрямку плями контакту (рис. 1а). Ця схема дозволяє отримувати широкі фланці, проте вже на початкових стадіях обкочування периферійна зона фланця відходить з контакту з валком (рис. 1б), що формує на вільній поверхні досить жорстку схему напруженого стану. Тобто, вже на початковій стадії вказаного процесу має місце більш жорсткий напружений стан матеріалу небезпечних зон, у порівнянні з торцевим стисненням циліндричних зразків.

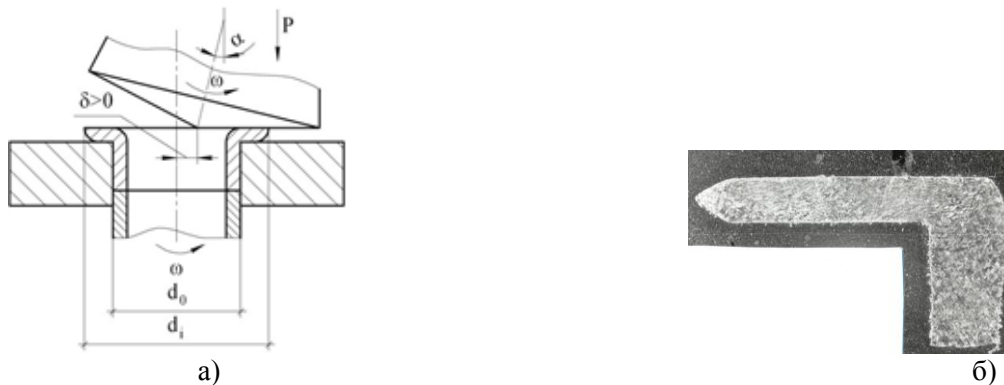


Рис. 1. Схема висаджування зовнішнього фланця заготовки методом штампування обкочуванням а) і форма перерізу сформованого фланця б)

Отже, для побудови математичної моделі деформовності матеріалу небезпечних зон під час операції штампування обкочуванням трубних циліндричних зразків умову (3) необхідно узагальнити на випадок можливості відображення вказаної особливості. Іншими словами пропонується умову (3) записати в такому вигляді

$$\left. \frac{d\varepsilon_z}{d\varepsilon_\varphi} \right|_{\varepsilon_\varphi=0} = -(1+\theta), 0 \leq \theta \leq 1. \quad (5)$$

Узагальнимо рівняння (2) з урахуванням останньої умови

$$\frac{d\varepsilon_z}{d\varepsilon_\varphi} = -\frac{1}{4} \cdot (1+\theta) \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot m^2}{\varepsilon_\varphi^2 + m^2} \right), m > 0, 0 \leq \theta \leq 1. \quad (6)$$

Ми отримали диференціальне рівняння першого порядку з відокремлюваними змінними. Розв'язанням цього диференціального рівняння отримаємо шукану залежність між осьовою  $\varepsilon_z$  та коловою  $\varepsilon_\varphi$  компонентами пластичної деформації для описання напруженого стану вільної поверхні заготовки під час операції штампування обкочуванням

$$\varepsilon_z = -\frac{1}{4} \cdot (1+\theta) \cdot \left( \varepsilon_\varphi + 3 \cdot m \cdot \operatorname{arctg} \left( \frac{\varepsilon_\varphi}{m} \right) \right). \quad (7)$$

Диференціальне рівняння (2) впливає із (6), як окремий випадок при  $\theta = 1$ . Аналогічним чином, при цьому залежність (7) стає тотожною залежності

$$\varepsilon_z = -\frac{1}{2} \cdot \varepsilon_\varphi - \frac{3}{2} \cdot m \cdot \operatorname{arctg} \left( \frac{\varepsilon_\varphi}{m} \right), \quad (8)$$

що досліджується в [10, 11] та є розв'язком диференціального рівняння (2).

### Висновки

На основі способу конструювання диференціального рівняння, що задовольняє низку умов, отримано аналітичну залежність між осьовою  $\varepsilon_z$  та коловою  $\varepsilon_\varphi$  компонентами пластичної деформації матеріалу вільної бічної поверхні фланця заготовки під час операції штампування обкочуванням, коли вершина конічного валка зміщена від осі заготовки в напрямку плями контакту. Ця залежність, параметри якої визначаються на основі експериментальних даних, є необхідною складовою для побудови моделі деформовності матеріалу небезпечних зон заготовок під час вказаних операцій.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kupchuk I., Kolisnyk M., Shtuts A., Paladii M. Development of the technological process of forming rings from sheet samples by stamping rollers and rotary hood. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov. Series I: Engineering Sciences*. 2021. Vol. 14 (63), № 2. P. 1-13.
2. Матвійчук В. А. Совершенствование процессов локальной ротационной обработки давлением на основе анализа деформируемости металлов: Монография, В. А. Матвійчук, И. С. Алиев. Краматорск: ДГМА, 2009. -268 с.
3. Матвійчук В.А., Колісник М.А., Штуць А.А. Дослідження напружено-деформовного стану матеріалу заготовок при прямому витискуванні методом штампування обкочування. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. № 3(102). С. 77-84.
4. Краєвський В. О., Матвійчук В. А., Михалевич В. М. Вплив технологічних параметрів на кінематику холодного торцевого розкочування. Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в машинобудуванні і металургії. Краматорськ-Слов'янськ. 2003. С. 286-291
5. Матвійчук В. А. Оцінка деформовності матеріалу заготовок при прямому і зворотному витискуванні методом штампування обкочуванням/ В. А. Матвійчук, В. М. Михалевич, М. А. Колісник // *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця: ВНАУ 2022. № 1(104). С. 81-91.
6. Михалевич В. М., Матвійчук В.А., Добранюк Ю. В., Трач Є. А. Прогнозування граничного стану бічної поверхні циліндричних зразків при торцевому стисненні, *Обработка материалов давлением*, №1(30) 2012, с. 24-30.
7. Михалевич В. М. Узагальнення експериментально-аналітичної методики аналізу процесу осадження/ В. М. Михалевич, Ю. В. Добранюк, В. А. Матвійчук, Є. А. Трач *Обработка металлов давлением: сборник научных трудов*. - Краматорск : ДГМА. - 2014. - №1(38). С. 41-47.

8. Матвійчук, В.А., Михалевич, В. М. (2016) «Розвиток процесів локального деформування», За ред. Богуслаєва В.О., Бобиря М.І., Тітова В.А., Кочана О.Я. Теорія та практика обробки матеріалів тиском, Моторсч, Запоріжжя, с. 339-363.

9. Михалевич В. М. Оцінка деформовності матеріалу заготовок при вальцюванні В. М. Михалевич, В. А. Матвійчук, І. А. Бубновська техніка, енергетика, транспорт АПК. Вінниця: ВНАУ - 2021. - № 2(113). - С. 56-64.

10. Mikhalevich V. M. Modeling of plastic deformation in a cylindrical specimen under edge compression/ V. M. Mikhalevich, A. A. Lebedev, Yu Dobranyuk Strength of Materials. - 2011, Vol. 43, No. 6. (1 October 2011), pp. 591-603.

11. Михалевич В. М. Моделювання напружено-деформованого та граничного станів поверхні циліндричних зразків при торцевому стисненні: монографія / В. М. Михалевич, Ю. В. Добранюк. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 180 с. ISBN 978-966-641-532-8.

12. Viktor Matvijchuk., Andrii Shtuts., Mykola Kolisnyk, Ihor Kupchuk., Iryna Derevenko., (1%) Investigation of the Tubular and Cylindrical Billets Stamping by Rolling Process with the Use of Computer Simulation. *Periodica Polytechnica, Mechanical Engineering*. 2022. №1 (66), P. 51–58, <https://www.scopus.com/sourceid/21603> SNIP 2020:0,946

13. Матвійчук В.А. Колісник М.А., Штуць А.А. Побудова кривих граничних деформацій матеріалів, *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. № 1(104). С. 156-162.

**Штуць Андрій Анатолійович** – асистент кафедри «Електроенергетики, електротехніки та електромеханіки» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, email: [shtuts1989@gmail.com](mailto:shtuts1989@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-4242-2100> ).

**Andrii Shtuts** – Assistant Professor, Department of Electric Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics, Vinnitsa National Agrarian University (3, Solnechna str., Vinnitsa, 21008, Ukraine, email: [shtuts1989@gmail.com](mailto:shtuts1989@gmail.com) , <https://orcid.org/0000-0002-4242-2100> ).

# МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА НА ФОРМУВАННЯ ВИЩИХ ГАРМОНІК СТРУМУ СТАТОРА

Вінницький національний аграрний університет

## Анотація

Наведено математичні моделі формування вищих гармонік статора асинхронного двигуна, як реакцій на типові конструктивні особливості електричної машини. Показано, що гармонічний склад струму статора значною мірою визначається конструктивними особливостями АД та для штатного режиму роботи буде постійним у тій частині гармонічного спектру, що відноситься до власних складових. Тож є очевидним, що аналіз спотворення спектру статорного струму АД може бути використаний як діагностична ознака технологічного стану останнього.

**Ключові слова:** вищі гармоніки, асинхронний двигун, дефект, математична модель.

## Abstract

Mathematical models of the formation of higher harmonics of the stator of an asynchronous motor as reactions to typical design features of an electric machine are given. It is shown that the harmonic composition of the stator current is largely determined by the design features of the AD and will be constant in the part of the harmonic spectrum that refers to its own components for the standard operating mode. So it is obvious that the analysis of the distortion of the AD stator current spectrum can be used as a diagnostic sign of the technological state of the latter.

**Key words:** higher harmonics, asynchronous motor, defect, mathematical model.

У повітряному зазорі асинхронних електричних машин поруч із основний гармонікою є нескінченне число гармонік поля. Зазначені гармоніки відносяться як до вищих так і до субгармонік. Вони відрізняються між собою амплітудами та частотами та поділяються на власні і примусові [1].

Примусовими гармоніками називають гармоніки, що виникають за рахунок впливу мережі, механічного валу тощо. Власні гармоніки обумовлені конструктивними особливостями та нелінійними параметрами самої машини [2].

Власні гармоніки поля індукують в обмотці статора вищі гармоніки електрорушійних сил (ЕРС), для зниження яких і, як наслідок, поліпшення форми кривої ЕРС, застосовують скорочення кроку, скіс пазів і розподіл обмотки за пазами, щоб кількість котушок у котушкочивій групі було  $q > 1$  і т. д. Проте повністю вилучити власні гармонічні складові, як показує досвід проектування та експлуатації зазначеного обладнання, неможливо [2, 3].

Власні гармоніки, що з'явилися через конструктивні особливості і нелінійність параметрів машини, значно впливають на процеси перетворення енергії в повітряному зазорі. При концентрично розташованому роторі в повітряному зазорі при відкритих пазах статора і ротора числом  $Z_s$  і  $Z_r$  та кількості пар полюсів  $p$  існують найбільш виражені гармоніки індукції поля наступних порядків [3, 4]:

- основна гармоніка, що має  $p$  періодів на кільці зазору, що утворює оберতальне поле з індукцією:

$$B_1 = \frac{4 \cdot F_1 \cdot \mu_0 \cdot \lambda_0}{\pi \cdot \delta} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot x}{\tau} - \omega_1 \cdot t\right), \quad (1)$$

де  $F_1$  – амплітуда намагнічуючої сили основної гармоніки, А;  $\tau$  – полюсне ділення;  $\delta$  – повітряний зазор між ротором і статором, мм;  $\lambda_0$  – постійна складова повітряного зазору, Гн/м;  $\omega_1$  – циклічна частота мережі живлення, рад/с;  $x$  – проекція амплітуди гармоніки по осі абсцис.

- гармоніки зубчастості статора, що виникають внаслідок змінної магнітної провідності, що утворюють поля, що обертаються з індукцією:

$$B_{zs1} + B_{zs2} = \frac{4 \cdot F_1 \cdot \mu_0}{\pi \cdot \delta} \left[ \begin{array}{l} \lambda_{zs1} \cdot \cos \left( (2 \cdot m_1 \cdot q - 1) \cdot \frac{\pi \cdot x}{\tau} - \omega_1 \cdot t \right) + \\ + \lambda_{zs2} \cdot \cos \left( (2 \cdot m_1 \cdot q + 1) \cdot \frac{\pi \cdot x}{\tau} - \omega_1 \cdot t \right) \end{array} \right], \quad (2)$$

де  $m_1$  – кількість фаз обмотки статора;  $q$  – кількість пазів на полюс та фазу обмотки;  $\lambda_{zs1}$ ,  $\lambda_{zs2}$  – відносні амплітуди зубцевих гармонік провідностей повітряного зазору статора, Гн/м<sup>2</sup>.

- гармоніки фазних зон, які утворюють обертове поле виду:

$$B_{2k-1} + B_{2k+2} = \frac{4 \cdot F_1 \cdot \mu_0 \cdot \lambda_0}{\pi \cdot \delta} \left[ \begin{array}{l} \frac{\cos \left( (2 \cdot k - 1) \cdot \frac{\pi \cdot x}{\tau} + \omega_1 \cdot t \right) \cdot k_{об.2k-1}}{(2 \cdot k - 1) \cdot k_{об.1}} + \\ + \frac{\cos \left( (2 \cdot k + 1) \cdot \frac{\pi \cdot x}{\tau} - \omega_1 \cdot t \right) \cdot k_{об.2k+1}}{(2 \cdot k + 1) \cdot k_{об.1}} \end{array} \right], \quad (3)$$

де  $k_{об.1}$  – обмоточний коефіцієнт обмотки статора;  $k$  – ціле число.

- гармоніки зубчастості ротора, що виникають внаслідок змінної магнітної провідності ротора:

$$B_{zr1} + B_{zr2} = \frac{4 \cdot F_1 \cdot \mu_0}{\pi \cdot \delta} \left[ \begin{array}{l} \lambda_{zr1} \cdot \cos \left( \left( \frac{z_r}{p} - 1 \right) \cdot \frac{\pi \cdot x}{\tau} + \omega_1 \cdot t \right) + \\ + \lambda_{zr2} \cdot \cos \left( \left( \frac{z_r}{p} + 1 \right) \cdot \frac{\pi \cdot x}{\tau} - \omega_1 \cdot t \right) \end{array} \right]. \quad (4)$$

де  $z_r$  – число пазів ротора;  $\omega_r$  – циклічна частота обертання ротора, рад/с;  $\lambda_{zr1}$ ,  $\lambda_{zr2}$  – відносні амплітуди зубцевих гармонік провідностей повітряного зазору ротора, Гн/м<sup>2</sup>.

Крім того існують власні гармонічні складові, обумовлені іншими конструктивними особливостями машини, які у штатному режимі роботи (бездефектне обладнання) формують гармоніки істотно нижчої амплітуди.

Варто відзначити, що гармонічний склад реального спектру струму статора АД є результатом електромагнітної складової, параметрів живлення та механічних особливостей електропривода. Зокрема можна виділити такі найбільш характерні гармонічні складові [3, 5]:

- вищі гармоніки, обумовлені відповідними гармоніками магніторушійних сил (МРС) обмотки статора:

$$f_{МДС} = f_1 \cdot (6 \cdot c \pm 1), \quad (5)$$

де  $c = 1, 2, 3 \dots$  (дійсні цілі числа).

- зубцеві гармоніки статора, обумовлені пазами сердечника статора:

$$f_{ЗГС} = f_1 \cdot \left( 1 \pm \frac{k \cdot z_s}{p} \right), \quad (6)$$

де  $k=1, 2, 3 \dots$  (дійсні цілі числа);  $z_s$  – число пазів статора;  $p$  – кількість пар полюсів. Значне збільшення амплітуди зубцевих гармонік поля статора варто очікувати при роботі АД в режимі холостого ходу. При зростанні моменту навантаження її амплітуда буде зменшуватися [25].

- зубцеві гармоніки ротора, обумовлені пазами сердечника ротора:

$$f_{ЗГР} = \frac{k \cdot z_r}{p} \cdot f_r \pm f_1, \quad (7)$$



де  $z_r$  – число пазів ротора (кількість стрижнів білячої клітки);  $f_r$  – частота обертання ротора, Гц;  $f_1$  – частота мережі живлення, Гц.

- гармоніки, викликані відносним зміщенням пазів ротора відносно пазів статора:

$$f_{ЗГС\_ЗГР} = f_1 \cdot \left( 1 \pm \frac{k \cdot z_s}{p} \pm \frac{k \cdot z_r}{p} \right). \quad (8)$$

- гармоніки, обумовлені насиченням сердечника:

$$f_{НАС} = f_1 \cdot (2 \cdot k - 1). \quad (9)$$

- гармоніки, обумовлені взаємодією гармонік насичення з обмоткою ротора, що характеризують кількість пар полюсів:

$$f_{нас\_ОР} = f_1 \cdot (p \cdot (2 \cdot k - 1) \pm k \cdot z_r). \quad (10)$$

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гаврилюк В. В. Моделювання компенсованого асинхронного двигуна в програмному середовищі Matlab Simulink. Вісник КНУТД. 2013. № 3. С. 63-70
2. Копылов И. П. Математическое моделирование электрических машин: учебник для вузов. Москва: Высшая школа, 2001. 327 с.
3. Мілих В. І. Електричні машини і трансформатори. Київ: Каравела, 2018. 452 с.
4. Вольдек А. И. Электрические машины: учебник для вузов. Ленинград: Энергия, 1974. 840 с.
5. Купін А. І., Кузнецов Д. І. Інформаційна технологія для групової діагностики асинхронних електродвигунів на основі спектральних характеристик та інтелектуальної класифікації. Кривий Ріг: ФОП Чернявський Д.О, 2016. 200 с.

*Граняк Валерій Федорович, к.т.н., доцент, доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Вінницького національного аграрного університету, e-mail: [titanxp2000@ukr.net](mailto:titanxp2000@ukr.net)*

*Valerii Fedorovych Hranyak, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics of the Vinnytsia National Agrarian University, e-mail: [titanxp2000@ukr.net](mailto:titanxp2000@ukr.net)*

## ВИКОРИСТАННЯ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЗАСОБІВ ТРИВИМІРНОЇ ГРАФІКИ В КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ

Вінницька академія безперервної освіти<sup>1</sup>  
Вінницький національний технічний університет<sup>2</sup>;  
Вінницька дитяча художня школа<sup>3</sup>

### **Анотація**

*Розглянуто особливості використання тривимірного моделювання та засобів тривимірної графіки в комп'ютерних іграх*

**Ключові слова:** комп'ютерні ігри, тривимірна графіка, ігровий штучний інтелект, використання фізичних законів, реалістичність гри

### **Abstract**

*Features of the use of three-dimensional modeling and three-dimensional graphics tools in computer games are considered.*

**Keywords:** computer games, three-dimensional graphics, game artificial intelligence, use of physical laws, game realism

### **Вступ**

Індустрія комп'ютерних ігор [1-6] - одна з найбільш динамічних комп'ютерних технологій і одночасно глобального сектора розваг.

Число геймерів постійно росте і досягло 3,4 млрд. гравців у 2022 р. Ігри тепер позиціонуються та сприймаються користувачами як якісні багатожанрові інтерактивні розваги, які поступово стають все популярнішим.

### **Результати дослідження**

Технології використання 3D-графіки [2-3] в комп'ютерних іграх вдосконалюється та розвивається на мобільних пристроях, комп'ютерах та ігрових консолях понад 25 років. З появою тривимірної графіки геймплей змінився назавжди, створивши нову, віртуальну, реальність для величезної кількості гравців у всьому світі.

Для створення такого візуального середовища використовується 3D-графіка - розділ комп'ютерної графіки, присвячений методам створення зображень чи відео, що моделює об'єкти у трьох вимірах. 3D-моделювання - це процес створення тривимірної моделі об'єкта. Завдання 3D-моделювання полягає в розробці реалістичного візуального зображення об'єкта, який може не зустрічатись у реальному житті.

Після появи перших, справді тривимірних ігор, у 1996 році, розробка комп'ютерних ігор з 3D-графікою перетворилась на справжню лавину, що також посилювалось появою графічних API, які надали розробникам більше можливостей, щоб рівень якості та реалістичності досяг кінематографічного, або реального. API (Application Programming Interface) - опис способів взаємодії однієї комп'ютерної програми з іншими. У випадку 3D API надає можливість не будувати кожен раз окремі об'єкти, а скористатись для їх побудови готовими бібліотеками. Такий підхід сприяє значній економії системних ресурсів, що є особливо сприяло розвитку онлайн-проектів.

Протистояння між різними API (Directx, OpenGL, Glide) мало серйозний характер та завершилось перемогою DirectX. Glide повністю зник з ігор на початку 2000-х. Компанія Nvidia придбала компанію 3DFX, яка займалася її розробкою цієї API та призупинила роботи щодо її подальшого розвитку.

OpenGL отримав популярність завдяки відкритому коду, однак через відсутність фінансування повільно нарощував свої функціональні можливості та після виходу DirectX 6 у 1998 році, вже не випереджав, а лише старався наздогнати останнього. Наразі, сучасний API Vulkan, нащадок OpenGL, майже не відстає за функційними можливостями від DirectX, але залишається доступним лише в незначній кількості проєктів. Такий стан речей призвів до того, що переважна більшість сучасних ігрових проєктів використовує DirectX із практичною відсутністю альтернатив.

Вибір розробником API для реалізації 3D-графіки визначає також порядок її розробки. Тривимірне моделювання для комп'ютерних 3D ігор на основі API DirectX починається зі створення високополігональної моделі необхідного 3D-об'єкта. Створення 3D-моделей для ігор проводиться в таких програмах, як: 3D Max, Maya та ін. Моделі доопрацьовуються, як правило, в таких програмах, як: ZBrush, Mudbox тощо. Розробник моделі додає освітлення, текстури - все те, що додається до моделі для надання їй реалістичності. Варто зазначити, що високополігональні моделі переважно використовуються у заставках та відеороликах, які супроводжують сюжет гри. Для цього використовується CGI (computer-generated imagery) - графіка - фіксовані, або рухомі зображення, які, переважно, використовуються в кінематографії, на телебаченні, в образотворчому мистецтві тощо.

Високополігональні моделі дозволяють отримати більш реалістичне зображення, показувати невеликі деталі об'єкта та тіні, які присутні в грі. Крім того, з високополігональних моделей можна отримати допоміжні текстури, зокрема: текстуру малюнка - дифузні; текстуру об'єму - bump; текстуру відбиття - спекулярні та інші.

У геймплеї комп'ютерних ігор частіше використовуються низькополігональні 3D-моделі [2, 3], що дозволяє на порядок зменшити вимоги до апаратного та програмного забезпечення сучасних комп'ютерів. Розробник може отримати таку модель із вже створеної високополігональної, копіюючи її на одному з етапів моделювання. Переважно такі моделі реалізуються у вигляді комп'ютерної анімації - рухомих зображень, що використовуються в комп'ютерних іграх.

Готові 3D-моделі, сцени та текстури експортуються до ігрового середовища розробника (рушія, двигуна) - програмного компонента комп'ютерної гри, відповідального за весь геймплей. Таким чином, проводиться створення 3D-персонажа, середовища та інших об'єктів гри.

Найпоширенішими методами тривимірної графіки, що використовуються в комп'ютерних іграх, є такі.

Панорамна технологія - це можливість перегляду простору 360 градусів, яка створює ефект присутності в тривимірному просторі.

3D-графіка в реальному часі - тип графіки, який візуалізується не при створенні гри, а у вигляді зображень чи анімації, які виникають одразу на комп'ютері користувача.

Використання панорамної технології та тривимірної графіки в режимі реального часу надзвичайно популярні, оскільки вони дозволяють реалізувати реалістичне віртуальне середовище гравця та змінити ігрову ситуацію за надзвичайно короткий час, збільшити швидкість відгуку та переміщення 3D-об'єктів. Такі інструменти є незамінними при створенні реалістичних бойових сцен, космічних пейзажів та персонажів, імітації польоту тощо.

Таким чином можна стверджувати, що 3D-графіка - це результат 3D-моделювання. Результат тривимірної графіки може бути представлений у вигляді статичного, або динамічного «плоского» зображення яке око людини інтерпретує як об'ємне.

3D-модель часто називають цифровим «відбитком» віртуального та реального об'єкта. Використовуючи тривимірну графіку та технології 3D-моделювання, розробник може створити реалістичну копію реального об'єкта, зменшеного, в повному розмірі або збільшенні. Або такого, який ніколи не існував у реальному світі. А також моделі об'єктів, які невидимі для людського ока (модель атома або сонячної системи).

Однією з найцікавіших областей використання 3D-графіки є створення комп'ютерних ігор. 3D-дизайнер може створити майже все: від окремих персонажів та тривимірної «реальності» до анімованих відеокліпів. Об'ємна графіка дозволяє створити гру з захоплюючим сюжетом, що приваблює велику кількість гравців.

Сучасні ігри повинні включати елементи штучного інтелекту [6]. Це, в найпростішому випадку, логічні правила, які легко побудувати за продукційною моделлю.

Рівень реалізації ігрового штучного інтелекту впливає на реалістичність ігрового процесу, але вимагає додаткових витрат на розробку. Сьогодні розробники комп'ютерних ігор почали використовувати теорію нейромереж для процесу гри.

Ігровий штучний інтелект [6] - набір програмних методик, які використовуються в комп'ютерних іграх для створення ілюзії інтелекту в поведінці персонажів, керованих комп'ютером. Щоб штучний інтелект міг приймати осмислені рішення, йому необхідно якимось чином сприймати середовище, в якому він знаходиться. У простих системах таке сприйняття може обмежуватися простою перевіркою положення об'єкта гравця. У більш складних системах потрібно визначати основні характеристики і властивості ігрового світу. В сучасних комп'ютерних іграх доцільно досягти динаміки навколишнього середовища.

Це суттєво збільшить реалістичність гри. Так, наприклад, при відображенні лісу доцільно, щоб листки дерев тремтіли залежно від сили вітру, відображалися хвилі на поверхні води і т. д. Це вимагає додаткових обчислювальних витрат і впливає на продуктивність реалізації ігрового сценарію.

Важливо в сучасних іграх дотримувати коректності використання фізичних законів (закономірностей). Сьогодні фізика нашого ігрового світу сильно відрізняється, виглядає нереалістичною і заснована скоріше на фантастиці, ніж на законах реального світу.

Зрозуміло, що імітація потоку води або рух м'яча пропорційно силі удару вимагають складних математичних обчислень і, як наслідок, відповідних процесорних потужностей.

Сьогодні фізичні конвейери (двигуни) можуть симулювати такі фізичні явища: динаміку абсолютно твердого тіла; динаміку тіла, що деформується; динаміку рідин і газів; поведінку тканин і т. д.

### Висновки

Індустрія комп'ютерних ігор стрімко розвивається. Для підвищення реалістичності ігор використовується тривимірне моделювання. Сучасні ігри включають елементи штучного інтелекту.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Романюк О. Н. Веб-дизайн і комп'ютерна графіка. Навчальний посібник. / О. Н. Романюк, Д. І. Кательніков, О. П. Косоветь —Вінниця: УНІВЕСУМ-Вінниця —2007. —103 с.
2. Романюк О. Н. Комп'ютерна графіка. Навчальний посібник. / О. Н. Романюк. —Вінниця: УНІВЕСУМ-Вінниця —2001. —129 с.
3. Романюк О. Н. Високопродуктивні методи та засоби зафарбовування тривимірних графічних об'єктів. Монографія. / О. Н. Романюк, А. В. Чорний. —Вінниця: УНІВЕСУМ-Вінниця —2006. —190 с.
4. Романюк О. Н. Вимоги до розробки комп'ютерних ігор / О. Н. Романюк, О. В. Романюк, О. М. Ціхановська, С. В. Котлик // Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації : матеріали I Всеукр. наук.-техн. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів, Одеса, 25–26 берез. 2021 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. —С. 73-76.
5. Романюк О. Н. Аніліз ігрових двигунів / М. Д. Захарчук, С. В. Котлик, Л. М. Круподьорова // Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації : матеріали I Всеукр. наук.-техн. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів, Одеса, 25–26 берез. 2021 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. — С. 61–62.
6. О. Н. Романюк Використання штучного інтелекту в іграх / О. Н. Романюк Д. О. Корягіна. Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи», Вінниця, 2022, ВНТУ.

**Пойда Олександр Андрійович** — канд. пед. наук, старший викладач. Вінницька академія безперервної освіти.

**Романюк Олександр Никифорович** — д. т. н., професор, професор кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: rom8591@gmail.com

**Бойко Олександр Петрович** — викладач, Вінницька художня школа.

**Чехмestрук Роман Юрійович** — канд. техн. наук, доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет

**Романюк Оксана Володимирівна** — канд. техн. наук, доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет

**Poyda Oleksandr Andriyovych** — Candidate of Pedagogical Sciences, senior teacher. Vinnytsia Academy of Continuing Education.

**Romanyuk Olexandr Nikiforovych** — PhD (Eng.), Professor of Department for Programming Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [rom8591@gmail.com](mailto:rom8591@gmail.com)

**Boyko Oleksandr Petrovych** — teacher, Vinnytsia Art School.

**Chehmestruk Roman Yuriyovych** —Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Software Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

**Romanyuk Oksana Volodymyrivna** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Software Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [romaniukoksanav@gmail.com](mailto:romaniukoksanav@gmail.com)

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ МЕДИЧНИХ ЗАПИСОК ПАЦІЄНТІВ

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*У статті розглянуто роль машинного та глибокого навчання в сфері освіти. Показано приклад використання сучасних моделей глибокого навчання для задачі обробки природньої мови, а саме оцінки екзаменаційних медичних записок пацієнтів.*

**Ключові слова:** машинне навчання; глибоке навчання; обробка природньої мови; медичні записки пацієнтів.

### Abstract

*The article examines the role of machine and deep learning in the education field. The work shows an example of using modern models of deep learning for the natural language processing task, namely the evaluation of examination of clinical patient notes.*

**Keywords:** machine learning; deep learning; natural language processing; clinical patient notes.

Машинне і глибоке навчання у нинішній час використовуються у дедалі більшій кількості сфер нашого життя. Не виключенням є і сфера освіти [1]. При наявності достатньо великої кількості гарних даних, що мають підходящу розмітку та ця розмітка є узгодженою, багато задач, які вирішуються зазвичай експертом, можна автоматизувати.

Автоматизація процесів оцінки деякого виду робіт, може дозволити виключити людину із процесу, зробивши цей процес більш справедливим. Наприклад, оцінка твору учня на тестуванні, може бути досить суб'єктивною за рахунок відносин між студентом та викладачем, або просто поганим/гарним настроєм викладача.

Одна із задач, що може бути автоматизована – задача оцінки якості написання медичних записок пацієнтів, при навчанні експертів-лікарів. Лікар при первинній розмові з пацієнтом повинен чітко записати всі основні елементи розповіді пацієнту: вік, стать, сімейний стан, симптоми пацієнта, перелік хронічних захворювань, основні хвороби батьків, чи присутній активний образ життя, та багато інших важливих деталей.

Ще одна важлива проблема – проблема часу та вартість оцінки великої кількості робіт. Щоб оцінити якісно записку лікаря, що навчається, потрібен як мінімум один експерт який може її проаналізувати. Тому автоматизація цього процесу є дуже важливою задачею, для навчання або перевірки лікарів.

Базові підходи обробки природньої мови, можуть бути застосовані для великої кількості шаблонних фраз при опису характеристики, наприклад віку. Якщо відомо, що пацієнту 17 років, то потрібно шукати в тексті «17 years old», «17 yo», «17 y.o.», «17», та інші варіації. Але іноді, якась характеристика може бути в декількох реченнях відразу, або дуже сильно перефразована, і щоб її зрозуміти потрібно дивитись на текст цілком а не окремі шматочки. Наприклад, ознака «втрата інтересу до діяльності» може бути виражена як «більше не грає в баскетбол».

Для рішення цієї задачі вибрано набір даних з платформи Kaggle [2], що містить 10 історій пацієнтів та для кожної історії написано 100 записок від різних лікарів, що писали записку під час розповіді пацієнта [3]. Приклад записки пацієнта та ключових фраз зображено на рисунку 1. Задача – знайти всі ключові фрази що є в тексті, та є обов'язковими на думку експерту-лікаря. Після знаходження, можна порівняти кількість описаних характеристик, з кількістю яка повинна була бути із історії пацієнта.

HPI: 17yo 11 M 12 presents with palpitations 9 . Patient reports 3-4 months of 10 intermittent episodes 3 of " heart beating/pounding 9 out of my chest." 2 days ago during a soccer game had an episode 3 , but this time had chest pressure 2 and felt as if he were going to pass out 4 (did not lose consciousness). Of note patient endorses abusing adderrall 6 , primarily to study (1-3 times per week). Before recent soccer game, took adderrall 6 night before and morning of game. Denies shortness of breath, diaphoresis, fevers, chills, headache, fatigue, changes in sleep, changes in vision/hearing, abdominal pain, changes in bowel or urinary habits.

PMHx: none

Rx: uses friends adderrall 6

FHx: mom with "thyroid disease 1 , " dad with recent heart attack 0

All: none

Immunizations: up to date

SHx: Freshmen in college. Endorses 3-4 drinks 3 nights / week (on weekends), denies tobacco, endorses trying marijuana. Sexually active with girlfriend x 1 year, uses condoms

Рисунок 1 – приклад записки пацієнту

Задача вирішувалась з використанням мови програмування Python [4], моделі глибоко навчання Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) [5] та фреймворку transformers [6]. Вибрана модель може вирішувати проблему відповіді на запитання. В випадку використаних в роботі даних запитанням буде ключова фраза, що повинна бути в записці, наприклад «вік пацієнта», або «хронічна хвороба батька», відповіддю – фрагмент тексту, де вказана необхідна інформація «17yo» або «dad with recent heart attack».

Так як для кожного тексту є декілька запитань, то потрібно забезпечити тренування таким чином, щоб один і той самий текст був тільки у одному наборі даних (тренувальному, валідаційному, або тестовому), щоб отримати правдиву точність моделі на даних, які вона не бачила взагалі. В якості метрики вибору кращої моделі використовується F1 міра [7]. Ця метрика застосовується у випадку, коли дані дуже не збалансовані, як в випадку задачі, що вирішується, відповідь на запитання є дуже маленькою, по кількості символів, в порівнянні зі всім текстом. Тренувальні і валідаційні метрики, під час навчання, показані на рисунку 2, модель навчалась на протязі 5 епох. Тестове значення F1 вийшло 0.82, що нижче ніж валідаційний показник, що може свідчити про різницю даних що використовувались при тренуванні і при тесті.

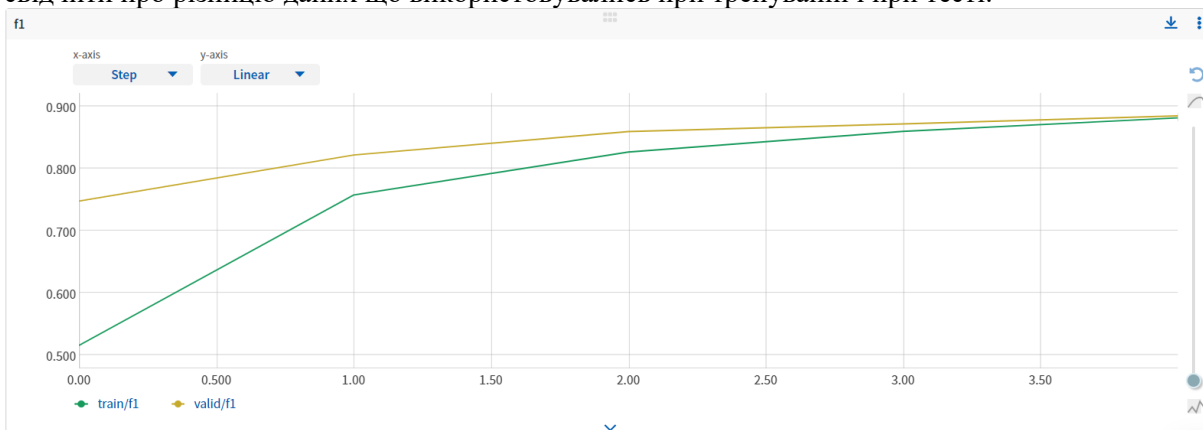


Рисунок 2 – метрики навчання моделі

Побудована модель має досить велике значення F1 метрики. Подальший план покращення моделі може бути пов'язаний з більш детальним аналізом даних та покращенням їх узгодженості. Також є необхідність проведення більш детального аналізу помилок, для розуміння які проблеми виникли у моделі, щоб вирішити їх у наступній ітерації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Webb, M.E., Fluck, A., Magenheimer, J. et al. Machine learning for human learners: opportunities, issues, tensions and threats. *Education Tech Research Dev* 69, 2109–2130 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09858-2> .
2. Kaggle. [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/> . Accessed on: May 16, 2022.
3. NBME - Score Clinical Patient Notes. [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/competitions/nbme-score-clinical-patient-notes> . Accessed on: May 16, 2022.
4. Python. [Online]. Available: <https://www.python.org/> . Accessed on: May 16, 2022.

5. J. Devlin, M.-W. Chang, K. Lee, K. Toutanova, “ BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding,” in arXiv e-prints, 2018. [Online]. Available: <https://arxiv.org/pdf/1810.04805.pdf> . Accessed on: May 16, 2022.

6. Transformers. [Online]. Available: <https://huggingface.co/transformers/v3.0.2/index.html> . Accessed on: May 16, 2022.

7. Precision, recall and F-measures. [Online]. Available: [https://scikit-learn.org/stable/modules/model\\_evaluation.html#precision-recall-f-measure-metrics](https://scikit-learn.org/stable/modules/model_evaluation.html#precision-recall-f-measure-metrics) . Accessed on: May 16, 2022.

*Ісаснков Ярослав Александрович*, аспірант, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oiuygl@gmail.com

*Isaienkov Yaroslav*, graduate student, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oiuygl@gmail.com



## Відображення деяких понять числового моделювання у курсі вищої математики

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*У статті досліджено проблему оволодіння навичками числового моделювання студентами інженерних спеціальностей під час вивчення курсу вищої математики. Використовуючи СКМ, студент може абстрагуватися від технічних деталей програмування, особливостей операційної системи та зосередити увагу на аналізі числових методів, особливостях таких понять, як обумовленість задачі, стійкість методу, оцінка результатів розрахунків.*

**Ключові слова:** *числове моделювання, вища математика, стійкість, оцінювання результатів.*

### *Abstract*

*The article investigates the problem of mastering the skills of numerical modeling by students of engineering specialties while studying the course of higher mathematics. Using SCM, the student can abstract from technical details of programming, features of operational system and to concentrate attention on the analysis of numerical methods, features of such concepts as conditionality of a problem(task), stability of a method, an estimation of results of calculations.*

**Keywords:** *numerical modeling, higher mathematics, stability, evaluation of calculation results.*

### Вступ

Широке впровадження математичних методів у різноманітні галузі інженерної діяльності передбачає в наявності певної математичної культури і високого рівня математичної підготовки фахівців інженерних спеціальностей. У свою чергу сучасний рівень розвитку науки і техніки освіти вимагає від фахівців постійного самостійного поповнювання знань, та, у разі необхідності, оволодіння новими галузями науки та дисциплінами, орієнтуватися в різноманітності наукових ідей і концепцій, а також застосовувати їх на практиці.

Серед професійних умінь, якими повинний володіти сучасний інженер, важливим є вміння за допомогою результатів експерименту, зокрема числового моделювання, вирішувати задачі аналізу, планування, а також вміння проводити прогностичні дослідження.

Числові методи відносяться до основних методів розв'язування задач як математики, так різних її застосувань. Числове моделювання характеризується скінченною послідовністю дій над числами, в результаті чого розв'язок отримуємо у вигляді чисел, із яких формуються таблиці, вектори, матриці тощо.

### Результати дослідження

Оволодіння навичками числового моделювання сприяє розвитку логічного мислення студентів, підвищенню рівня вирішення проблем, що приймаються в умовах невизначеності, забезпеченню зростання рівня ефективної діяльності фахівця.

Серед обчислювальних функцій комп'ютерних математичних систем можна виділити числові обчислення (точні й наближені), символні обчислення (такі, як обчислення невизначених інтегралів і т.п.), графічні (побудова різноманітних графіків на площині, у просторі й на поверхнях в аналітичному вигляді різними способами – явним рівнянням, неявним рівнянням, параметричними рівняннями тощо). Особливість точних числових обчислень за допомогою СКМ полягає в тому, що вони виконуються з будь-якою розрядністю чисел, а наближені обчислення – з будь-якою заданою точністю.

На основі фундаментального ядра курсу вищої математики формується зміст варіативної частини курсу, до якої відносяться питання, пов'язані з узагальненням понять (наприклад, функціонал, норма), доведення сформульованих теорем, тлумачення понять, методи, алгоритми, тобто, питання, що характеризують математичне наповнення спеціальності.

При цьому часто виникає ситуація, коли вивчення деякого закону або явища з майбутньої спеціальності підштовхує до розвитку математичного апарату дослідника.

Аналіз досліджень науковців та галузевих стандартів [1, 2, 7, 9, 11] дозволив виділити базові, стосовно математики компетентності технічних спеціалістів: опанування новими математичними знаннями за допомогою сучасних освітніх та інформаційних технологій; володіння методами аналізу і синтезу вивчення явищ та процесів; здатність застосовувати на практиці, включаючи можливість побудови математичних моделей професійних задач і визначення шляхів їх вирішення, інтерпретувати отриманий математичний результат; здатність застосовувати аналітичні та числові методи вирішення завдань за допомогою СКМ; мати математичне мислення, математичну культуру в рамках професійної та людської культури; володіння власними способами обґрунтування тверджень як основного компоненту когнітивної й комунікативної функцій; володіння мовами деяких СКМ і вміння застосовувати їх до вирішення математичних задач; мати здатність до читання і аналізу навчально-наукової математичної літератури.

Тобто, вже на перших заняттях з математики слід систематично формувати компоненти математичних компетентностей майбутніх фахівців, що передбачає розуміння математичних концепцій, їх технічні аспекти та обмеження, вміння долати ці обмеження шляхом занурення результатів у ширші класи об'єктів, ставити та розв'язувати математичні задачі, здійснювати математичне моделювання.

Сучасний фахівець, адаптований до нових умов виробництва – це не просто, наприклад, конструктор, який вміє використовувати довідникові дані, результати експериментів та досліджень. Окрім того він повинен мати поняття та використовувати новітні технології, вміти користуватися базами даних і банками даних, узагальнювати світовий досвід. Але найголовнішим є те, що під час навчання у ЗВО фахівець повинен набувати рис творчої особистості, навичок дослідника, вміння оцінювати параметри і властивості створюваних технологій і систем, вміти подавати їх у вигляді моделей і грамотно використовувати весь арсенал моделей, методів і інструментів, що дозволяють перевірити і уточнити правильність обраних розрахункових схем конструктивних форм, матеріалів і технологій.

Одну із математичних та фахових компетентностей, здатність тлумачити отриманий математичний результат, можна формувати шляхом використання контрприкладів.

Однією із задач числових методів є знаходження розв'язку рівнянь  $f(x)=0$  з необхідною або, принаймні, точністю, що оцінюється. Досвід роботи з першокурсниками показує, що вони не завжди чітко усвідомлюють, що означає знайти корінь рівняння заданої точності та необхідність його перевірки. За означенням,  $x_i$  є наближенням кореня рівняння  $f(x)=0$  з точністю  $\varepsilon$ , якщо виконується умова  $|x_i - \xi| < \varepsilon$ , де  $\xi$  – точний корінь рівняння  $f(x)=0$ .

Проблема в тому, що точний корінь  $\xi$  невідомий (та й він переважно і не буде знайденим), тому й саму різницю  $|x_i - \xi| < \varepsilon$  обчислити неможливо. У студентів, які вільно оперують числами, виникають запитання: “Що ж порівнювати?”, “Коли ж зупиняти процес знаходження кореня?”, “Чому найчастіше користуються обмеженнями  $|x_i - x_{i-1}| < \varepsilon$ , або  $|f(x_i)| < \varepsilon$  для забезпечення заданої точності?”. Найпростіший шлях опанування студентами цієї проблематики – графічний (складові пошуку розв'язку задачі відрізки  $[\xi, x_i]$ ,  $[x_{i-1}, x_i]$ ,  $|f(x_i)|$ ).

Така наочність допоможе з'ясувати незрозумілі питання і, oprіч цього, дасть змогу обирати критерій зупинки процесу залежно від поведінки функції  $f(x)$ . Наприклад, для швидко зростаючої функції  $f(x)$  умова  $|f(x)| < \varepsilon$  не можлива).

Розглянемо приклад в якому розв'язується нелінійне рівняння  $f(x) = 0$ , де  $f(x)$  – неперервна функція. Пошук кореня  $x^*$ :  $(f(x^*) \equiv 0$  закінчується за умови  $|f(x_{k+1})| \leq \varepsilon$ , і приймається  $x^* \approx x_{k+1}$ . У такому випадку можлива поява помилкового кореня. Наприклад, для рівняння  $x^2 + 0.00001 = 0$  помилковий корінь  $x = 0$  з'явиться у тому випадку, якщо точність пошуку задана більшою, ніж 0,00001. За результатами розв'язання завдання студент набуває досвіду попереднього аналізу математичної моделі (рівняння має лише комплексні і лише спряжені корені). Можна позбутися помилкових коренів, збільшуючи точність пошуку  $\varepsilon$  (зменшуючи  $\varepsilon$ ). Проте задля всіх рівнянь такий підхід не спрацює.

Наприклад, для рівняння  $\frac{1}{x} = 0$ , в якому для довільної, як завгодно малої точності, знайдеться  $x$ , що задовольняє критерію  $|f(x_{k+1})| \leq \varepsilon$ :  $\left| \frac{1}{x_{k+1}} \right| \leq \varepsilon$ , якщо  $\varepsilon = 0.00001$ , то  $x_{k+1} = 200000$ , тобто знайдено число, що задовольняє заданий критерій точності пошуку розв'язку задачі.

Наведені приклади показують, що до результатів комп'ютерних обчислень необхідно завжди ставитися критично, аналізувати їх щодо правдоподібності. Щоб уникнути "підводних каменів" під час використання будь-якого стандартного пакета, що реалізує числові методи, потрібно мати уявлення про те, який саме числовий метод реалізований для вирішення тієї чи іншої задачі. Наприклад, коли відомий інтервал, в якому розміщений корінь, то можна скористатися іншими методами уточнення кореня.

Нехай розглядається нелінійне рівняння  $f(x) = 0$ , де  $f(x)$  – неперервна функція. Згідно з методом Ріддера обчислюється значення функції в середині  $x_3$  інтервалу локалізації кореня  $[x_1, x_2]$   $x_3 = \frac{x_2 - x_1}{2}$ . Далі знаходять експоненційну функцію  $e^Q$  із рівняння

$$f(x_1) - 2f(x_3)e^Q + f(x_2)e^{2Q} = 0.$$

На наступному кроці застосовується метод хорд, використавши значення  $f(x_1)$ ,  $f(x_3)e^Q$ ,  $f(x_2)e^{2Q}$ . Далі, обчислюється  $x_4$  - наступне наближення кореня. Доцільно студентів знайомити з особливостями алгоритмів числового розв'язування тих чи інших задач за допомогою СКМ. Наприклад, згаданий вище алгоритм Ріддера у СКМ MathCAD реалізовано у вигляді алгоритма Ріддера і Брента функцією **root(f(var1, var2,...), var1, [a, b])**. На кінцях інтервалу  $[a, b]$  функція  $f$  повинна змінювати знак ( $f(a)f(b) < 0$ ). Задавати початкові наближення для кореня не потрібно. Таким чином, процес формування компетентності включає знання про доступні допоміжні засоби та методи, а також їх потенціал, обмеження та можливість використовувати їх вдумливо та ефективно.

Поряд із задачами розв'язування рівнянь, значна кількість інженерних задач зводиться зрештою до наближеного розв'язування як конкретних рівнянь так і систем рівнянь, що описують поведінку об'єкта дослідження.

Ознайомимося також із іншими поняттями проблеми числового моделювання та відповідним оцінюванням процесу і результатів моделювання.

Системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР)  $AX = B$  часто виникають із експериментів, пов'язаних математичним моделюванням в економіці, хімічній кінетиці, явищ деформацій, катастроф тощо. Коефіцієнти СЛАР отримуються з похибками, а в процесі обчислення виникають похибки округлення коефіцієнтів. Тому виникає важливе питання: як впливають похибки коефіцієнтів системи на розв'язок, тобто як впливає на результат задачі мінімальне збурення вхідних даних, як можна оцінити похибку розв'язку  $X$  по відношенню до змінювання матриць  $A$  і  $B$ ? Стандартна похибка розв'язку за допомогою числа  $C(A) = \|A\| \|A^{-1}\|$  – міри обумовленості матриці використовується для оцінювання характеристик матриці. Число  $C(A)$  лише визначає у скільки разів може зростати похибка розв'язку. Тут  $\|A\|$  - норма матриці, що обчислюється за формулою

$$\|A\| = \max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n a_{ij}.$$

Число обумовленості матриці обчислюємо за такою формулою:

$$C(A) = \frac{\Delta X \cdot \|B\|}{\Delta B \cdot \|X\|}.$$

Доцільно розглянути систему  $AX = B$ , задану матрицями  $A = \begin{pmatrix} 0.0010 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$   $B = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$ . Розв'язок отримати із заокругленням результатів обчислень до двох десяткових цифр.

У математиці та її застосуваннях часто доводиться мати справу з наближеними представленнями функцій. Для функцій, заданих у вигляді таблиць, це пов'язано з потребою отримати аналітичний

вираз експериментально визначених характеристик, що можна виміряти безпосередньо. У випадку аналітично заданої функції часто потрібно замінити складний вираз на простіший так, щоб зберегались основні властивості функції. Зокрема, це необхідно при обчисленні функцій за допомогою відповідних засобів. Інша назва цієї задачі – апроксимування функції. Наближення функцій є важливим допоміжним апаратом при розв'язанні інших задач числового аналізу: числового інтегрування і диференціювання, розв'язання диференціальних рівнянь, розв'язання систем нелінійних рівнянь, задач оптимізації та ін. Під час вивчення теми, що стосується наближення функцій, необхідно ознайомити студентів не тільки з інтерполюванням, а й з іншими методами наближень, зокрема з середньоквадратичними наближеннями. Такий підхід має важливе методологічне значення, дає можливість розглянути ряд задач що до наближеного представлення функцій із загальних позицій. Конкретні методи наближень є окремими випадками загальної задачі. Такий підхід дає можливість здійснити міжпредметні зв'язки з курсом математичного аналізу.

Ще однією ознакою раціональної апроксимації числових методів є надійність. Не завжди існує раціональна функція певного виду, що задовольняє накладеним умовам інтерполяції. Надійний метод апроксимації в такому випадку має вказати, що задача не має розв'язку. Можливості числового алгоритму повинні розрізняти задачі які мають та ті, які не мають розв'язків з урахуванням похибок подання та округлення. Аналіз цього питання приводить нас до поняття стійкості алгоритму, яке тісно пов'язане з поняттям надійності. Алгоритм стійкий, якщо малі зміни початкових даних призводять до невеликих змін результату. Такий алгоритм раціональної інтерполяції надає можливість виокремити ті випадки, коли початкові дані призводять до нестійкого результату.

Доцільно розглянути приклад в якому серед усіх можливих траєкторій системи є траєкторії, що визначають якісну поведінку системи. Характер еволюції системи при малому відхиленні змінних системи від стаціонарних станів можна дослідити, аналізуючи систему диференціальних рівнянь в околі стаціонарної точки (рис. 1).

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y, \\ \frac{dy}{dt} = \sin x \end{cases}$$

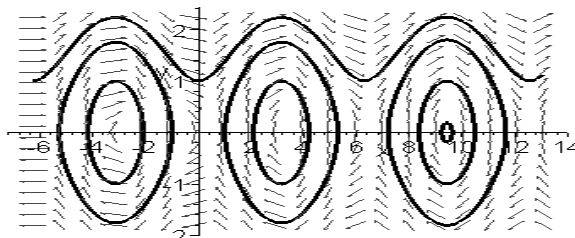


Рис. 1. Фазовий портрет системи диференціальних рівнянь

Важливо проаналізувати зміст загальних та частинних розв'язків. Зміст загального розв'язку (звичайно, на множині побудованих графіків) дозволяє з'ясувати особливості динаміки процесу, виявити його поведінку в околі деяких точок. Аналіз таких ситуацій дозволяє усвідомити студентам значення математичного моделювання. Так, графік частинного розв'язку (рис. 1) вказує на наявність значної кількості екстремумів, і в той же час графіки загального розв'язку інакше характеризують процес в околі деяких точок (точка max змінюється на точку min).

### Висновки.

Широке впровадження математичних методів у найрізноманітніші сфери фахової діяльності людини потребує створення і використання інструмента математичного моделювання для розв'язування обчислювальних задач. Сучасні числові методи в сукупності з можливістю їхньої автоматизації перетворюються в такий робочий інструмент для рішення задач наукового, технічного, економічного характеру й ін. Комп'ютерне моделювання у математиці переконливо доводить студентам, що математичні конструкції – це моделі реальних процесів. Таке переконання змінює відношення студентів до математики, навчання стає продуктивнішим. У студентів формуються мотиваційні чинники щодо опанування та поглиблення знань із різних галузей науки, зокрема

можливістю оволодіння навичками використання СКМ.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Раков С. А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання інформатики / Сергій Анатолійович Раков ; Харківський нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди. – Харків, 2005. – 516 с.
2. Рамський Ю. С. Про роль математики і деякі тенденції розвитку математичної освіти в інформаційному суспільстві / Ю. С. Рамський, К. І. Рамська // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. – Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наукових праць / Редрада. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – № 6 (13). – С. 12–16.
3. Михалевич В.М. Maple. Комп'ютерна підтримка курсу вищої математики в технічному вузі. Ч. 1. Лінійна й векторна алгебра. Аналітична геометрія. Навч. посібник / В.М. Михалевич. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 111 с.
4. Alpers, В. (2014), A Mathematics Curriculum for a Practice-oriented Study Course in Mechanical Engineering, Aalen University, Aalen (download at <http://sefi.htw-aalen.de>).
5. Developing 21st Century Competencies in the Mathematics Classroom Yearbook 2016, Association of Mathematics Educators, Edited by: Pee Choon Toh (NTU, Singapore), Berinderjeet Kaur (NTU, Singapore)
6. Ministry of Education, Singapore (2010). MOE to enhance learning of 21st century competencies and strengthen art, music and physical education. Available at: [www.moe.gov.sg](http://www.moe.gov.sg)
7. Partnership for 21st Century Learning, 2016. Framework for 21st Century Learning. Available at: [www.p21.org](http://www.p21.org).
8. PISA 2009 assessment framework – key competencies in reading, mathematics and science © OECD 2009
9. Turner, R., (2010) Exploring mathematical competencies. Available at: <http://research.acer.edu.au/resdev/vol24/iss24/5>
10. Бондаренко З. В. Розвиток математичної компоненти інженерно-професійних здібностей студентів ЗВТО / З. В. Бондаренко, В. І. Клочко, С. А. Кирилашук / Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини., 2019.-№2.- С.54- 61. <http://znp.udpu.edu.ua/article/viewFile/168370/168154>
11. Кирилашук С.А. Стратегія навчання вищої математики з метою розвитку інженерного мислення студентів / В. І. Клочко, С. А. Кирилашук/ Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології : зб. наук. пр. – 2012. – № 14. – С. 96-101.
12. Освіта в Європі у 2020-2030 роках. Прогноз. Точка доступу – <http://www.pontydysgu.org/2010/01/crowdsourcingtheturopanforesight-study-your=chance-to-be-an-expert/>

**Кирилашук Світлана Анатоліївна** – кандидат педагогічних наук, доцент, декан факультету інформаційних технологій і комп'ютерної інженерії. Вінницький національний технічний університет, e-mail:[ksa07750@gmail.com](mailto:ksa07750@gmail.com)

**Бондаренко Злата Василівна** – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [zlatikbond@gmail.com](mailto:zlatikbond@gmail.com)

**Клочко Віталій Іванович** – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри вищої математики. Вінницький національний технічний університет, e-mail:[vi.klochko.7@gmail.com](mailto:vi.klochko.7@gmail.com)

**Kirilashchuk Svetlana** – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Information Technology and Computer Engineering . (Vinnytsia National Technical University) [ksa07750@gmail.com](mailto:ksa07750@gmail.com)

**Bondarenko Zlata** – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics. (Vinnytsia National Technical University) [zlatikbond@gmail.com](mailto:zlatikbond@gmail.com)

**Klochko Vitaliy** - Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Higher Mathematics. (Vinnytsia National Technical University) [vi.klochko.7@gmail.com](mailto:vi.klochko.7@gmail.com)

# ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ MAPLE ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩІ ФІГУРИ, ЯКА ОБМЕЖЕНА КОЛОМ ТА РОЗТАШОВАНА ПОЗА КАРДІОІДОЮ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація.

*Розглянуто проблеми впровадження та адаптації системи комп'ютерної математики Maple у навчальний процес під час викладання курсу вища математика. У роботі проведено адаптування використання графічного пакету СКМ Maple для побудови 2D фігур в полярній системі координат у задачах обчислення площі фігури.*

**Ключові слова:** система комп'ютерної математики, інформаційно-освітнє середовище, 2D графік, полярна система координат, кардіоида, площа фігури, Maple.

## Abstract.

*The problems of introduction and adaptation of the Maple computer mathematics system in the educational process in teaching the course of higher mathematics are considered. In the paper presents an adaptation the use of the SCM Maple graphics package to build 2D figures in the polar coordinate system in the problems of calculating the figure's area.*

**Keywords:** computer mathematics system, information and educational environment, 2D graph, polar coordinate system, cardioid, figure's area, Maple.

## Вступ

Одне із основних місць серед значної кількості систем комп'ютерної математики посідає СКМ Maple, яка надає можливість користувачу використовувати інтелектуальне середовище для математичних досліджень [1–10]. Значну частку СКМ Maple також займає в різних наукових дослідженнях [11–23].

Метою роботи є адаптування використання графічного пакету СКМ Maple для побудови 2D областей в полярній системі координат під час обчислення площі фігури.

## Результати дослідження

Основною частиною розв'язання задач геометричного застосування визначених інтегралів є візуалізація та побудова необхідних областей [24], які можуть бути побудовані як в декартовій, так і в полярній системі координат.

Для виконання графічних побудов у СКМ Maple використовується спеціалізовані пакети графічних команд «plots» та «plottools». Спеціалізований пакет «plottools» в основному використовується для побудов спеціальних стандартизованих геометричних фігур, що надає можливість значно спростити використання СКМ Maple під час розв'язання геометричних задач.

**restart:**

**with(plots):**

**with(plottools):**

Розв'язання задачі обчислення площі фігури, яка обмежена колом та розташована поза кардіоїдою потрібно виконувати в полярній системі координат, так як функції кола та кардіоїди мають значно простіший аналітичний вираз порівняно із декартовою системою. Вибір полярної системи координат також спрощує обчислення визначеного інтеграла під час знаходження площі фігури, яку обмежують графіки вказаних функцій.

Спочатку задаємо рівняння функцій, які обмежують фігуру, площу якої потрібно обчислити (рис. 1).

**rho[1](phi) := 3;**

```
rho[2](phi) := 2*(1+cos(phi));
rho[1] := phi -> 3;
rho[2] := phi -> 2*(1+cos(phi));
```

Для побудови 2D області та визначенні меж інтегрування для визначеного інтеграла потрібно визначити точки перетину вказаних функцій. В полярній системі координат точки перетину будуть визначатися полярним кутом  $\theta$ . Для знаходження вказаного кута в СКМ Maple використовуємо функцію аналітичного розв'язання систем рівнянь *solve(equations, variables)* (рис. 1).

```
print(`Знайдемо кут, при якому дані функції перетинаються (для 1 чверті):`);
print(rho[1](phi)=rho[2]('Theta'));
Theta:=solve(rho[1](phi)=rho[2](phi),phi);
```

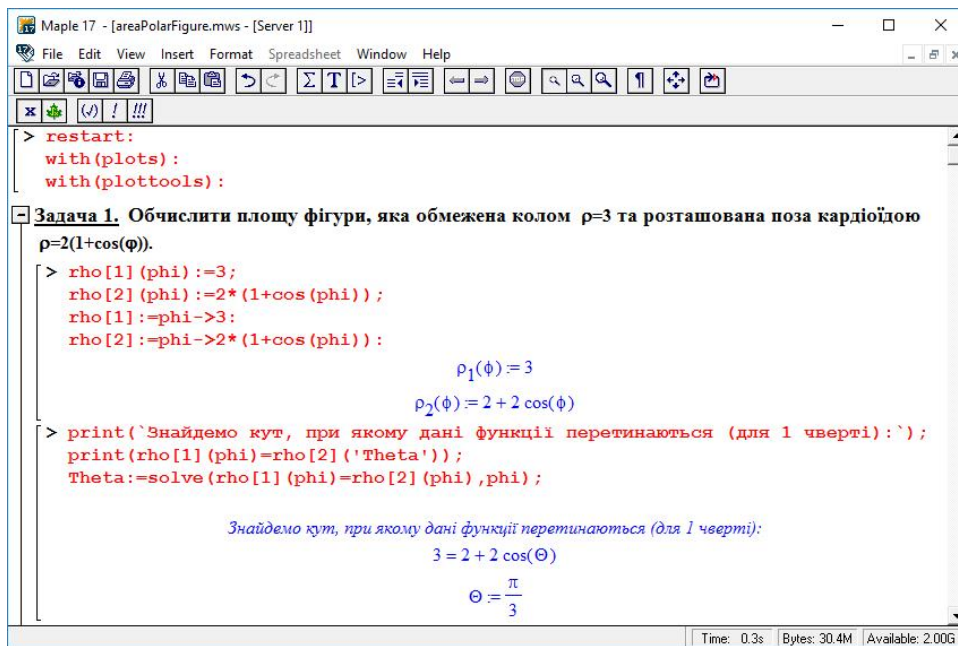


Рис. 1 – Візуалізація задання функцій та визначення точок перетину графіків в СКМ Maple

Наступним кроком розв'язання, в розробленому лістингу програмного коду в СКМ Maple, є побудова області, яку обмежують задані графіки функцій, побудова радіус-векторів, які відповідають точкам перетину графіків кола та кардіоїди, а також побудова кольорового виділення частини фігури, площу якої будемо обчислювати. Для виконання графічних побудов на площині використовували функцію *plot(f, x=x0..x1)* із різними параметрами товщини лінії та її кольору (рис. 2).

```
pol1:=plot([rho[1](phi),phi,phi=0..2*Pi],coords=polar,thickness=2,color=RED):
pol2:=plot([rho[2](phi),phi,phi=0..2*Pi],coords=polar,thickness=2,color=BLUE)
```

Для побудови додаткових позначень, використовували спеціальні функції графічного модуля СКМ Maple. Для побудови позначення кута використали функцію побудови дуги *arc(c, r, a..b, options)*, а для побудови ліній - *line(a, b, options)*. Також використовували команду побудови текстових позначень на графіках *textplot(L, options)* (рис. 2).

```
radius1:=line([0,0],[rho[1](phi)*cos(Theta),rho[1](phi)*sin(Theta)],linestyle=DASH):
radius2:=line([0,0],[rho[1](phi)*cos(-Theta),rho[1](phi)*sin(-Theta)],linestyle=DASH):
a:=arc([0,0],.4,0..Theta,color=BLACK):
t:=textplot([0.5,.4,'Q'],font=[SYMBOL,16]):
```

Особливої уваги потребує побудова зафарбовування фігури, яку виконували як побудову області із використанням функції графічного пакету *polygon([[x1, y1], [x2, y2], ..., [xn, yn]], options)*. Для формування масиву точок використовували цикл *for...while...do*, значення при цьому обчислювали за допомогою функції *seq(f, i = m..n)* (рис. 2).

```
alpha:=Theta:
step:=Pi/24:
total:=2*(Pi-alpha)/step:
```

```

for i from 1 to total do
poly[i] := polygon([[rho[1](alpha)*cos(alpha), rho[1](alpha)*sin(alpha)],
[rho[1](alpha+step)*cos(alpha+step), rho[1](alpha+step)*sin(alpha+step)],
[rho[2](alpha+step)*cos(alpha+step), rho[2](alpha+step)*sin(alpha+step)],
[rho[2](alpha)*cos(alpha), rho[2](alpha)*sin(alpha)]]],
color=GREEN, style=patchnogrid):
alpha:=alpha+step:
end do:

```

```

Maple 17 - [areaPolarFigure.mws - [Server 1]]
File Edit View Insert Format Spreadsheet Window Help
> print(`Побудуємо графіки даних функцій в полярній системі координат `);
print(`та заштрихуємо площу, яка нас цікавить:`);
> pol1:=plot([rho[1](phi), phi, phi=0..2*Pi], coords=polar, thickness=2, color=RED):
pol2:=plot([rho[2](phi), phi, phi=0..2*Pi], coords=polar, thickness=2, color=BLUE):
radius1:=line([0,0], [rho[1](phi)*cos(Theta), rho[1](phi)*sin(Theta)], linestyle=DASH):
radius2:=line([0,0], [rho[1](phi)*cos(-Theta), rho[1](phi)*sin(-Theta)], linestyle=DASH):
a:=arc([0,0], .4, 0..Theta, color=BLACK):
t:=textplot([0.5, .4, 'Q'], font=[SYMBOL, 16]):
alpha:=Theta:
step:=Pi/24:
total:=2*(Pi-alpha)/step:
for i from 1 to total do
poly[i]:=
polygon([[rho[1](alpha) *cos(alpha) , rho[1](alpha)
*sin(alpha) ],
[rho[1](alpha+step)*cos(alpha+step), rho[1](alpha+step)*sin(alpha+step)],
[rho[2](alpha+step)*cos(alpha+step), rho[2](alpha+step)*sin(alpha+step)],
[rho[2](alpha) *cos(alpha) , rho[2](alpha)
*sin(alpha) ]],
color=GREEN, style=patchnogrid):
alpha:=alpha+step:
end do:
plots[display]([pol1, pol2, radius1, radius2, a, t, seq(poly[i], i=1..total)], scaling=constrained);
Time: 0.3s Bytes: 30.4M Available: 2.00G

```

Рис. 2 – Побудова фігури, яку обмежують графіки функцій в СКМ Maple

Кожний графік представляли як окрему побудову, а потім реалізуємо їх спільне відображення на одному полотні за допомогою функції *display(L, inseq, options)* (рис. 2 – 3).

```
plots[display]([pol1, pol2, radius1, radius2, a, t, seq(poly[i], i=1..total)], scaling=constrained);
```

Так як побудована фігура є симетричною, то будемо обчислювати площу половини фігури та множити на 2 (рис. 4).

```

S/2=(1/2)*Int('rho[1](phi)^2-rho[2](phi)^2, phi=Pi/3..Pi);
S=2*(1/2)*Int(rho[1](phi)^2-rho[2](phi)^2, phi=Pi/3..Pi);
S=2*(1/2)*Int(expand(rho[1](phi)^2-rho[2](phi)^2), phi=Pi/3..Pi);
S=2*(1/2)*int(rho[1](phi)^2-rho[2](phi)^2, phi=Pi/3..Pi);

```



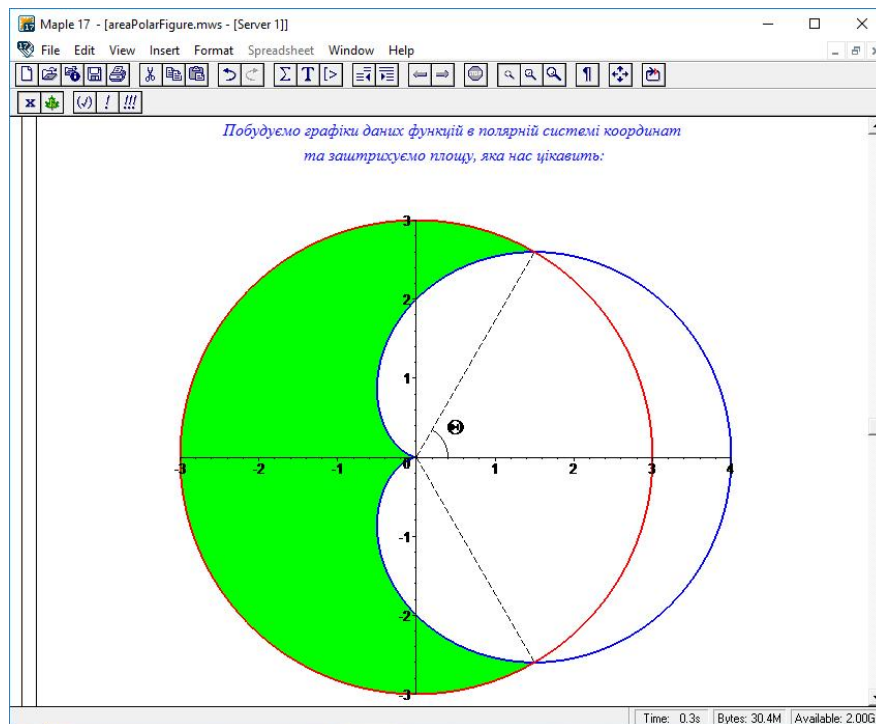


Рис. 3 – Фігура, яку обмежують задані графіки функцій

```

> print(`обчислимо шукану площу:`);
S/2=(1/2)*Int('rho[1](phi)^2-rho[2](phi)^2,phi=Pi/3..Pi);
S=2*(1/2)*Int(rho[1](phi)^2-rho[2](phi)^2,phi=Pi/3..Pi);
S=2*(1/2)*Int(expand(rho[1](phi)^2-rho[2](phi)^2),phi=Pi/3..Pi);
S=2*(1/2)*int(rho[1](phi)^2-rho[2](phi)^2,phi=Pi/3..Pi);

    обчислимо шукану площу:


$$\frac{S}{2} = \frac{1}{2} \int_{\frac{\pi}{3}}^{\pi} \rho_1(\phi)^2 - \rho_2(\phi)^2 d\phi$$


$$S = \int_{\frac{\pi}{3}}^{\pi} 9 - (2 + 2 \cos(\phi))^2 d\phi$$


$$S = \int_{\frac{\pi}{3}}^{\pi} 5 - 8 \cos(\phi) - 4 \cos(\phi)^2 d\phi$$


$$S = \frac{9\sqrt{3}}{2} + 2\pi$$


```

Рис. 4 – Обчислення площі фігури за допомогою визначеного інтеграла

### Висновки

Частина математичного апарату та розроблені фрагменти коду в СКМ Maple, які представлено в даній роботі, надають можливість студентам в автоматизованому режимі отримувати точки перетину графіків функцій, які побудовано в полярній системі координат, будувати відповідні фігури та обчислювати їх площу, що покращує якість отриманих знань під час розв'язування типових задач вищої математики.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Михалевич В. М. Використання систем комп'ютерної математики у процесі навчання лінійного програмування студентів ВНЗ: монографія / В. М. Михалевич, О. І. Тютюнник. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 279 с. ISBN 978-966-641-670-7.
2. Тютюнник О. І. Застосування системи MAPLE для знаходження дотичної до функції [Текст] / О. І. Тютюнник, М. С. Сичова, М. Ю. Дунський // Матеріали LI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 16-18 березня 2022 р. – Електрон. текст. дані. – 2022. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2022/paper/view/15009/12678>
3. Добранюк Ю. В. Застосування системи комп'ютерної математики Maple для побудови 2D областей в задачах обчислення площі фігур [Електронний ресурс] / Ю. В. Добранюк, А. В. Василинич, В. В. Грибик // Матеріали LI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 16-18 березня 2022 р. – Електрон. текст. дані. – 2022. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2022/paper/view/15848/13315>
4. Михалевич В. М. Навчальний MAPLE-тренажер з обчислення функції Ейлера [Текст] / В. М. Михалевич, Д. Б. Рогачевський, Д. Ю. Желнитський, Б. А. Балух // Матеріали LI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 16-18 березня 2022 р. – Електрон. текст. дані. – 2022. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2022/paper/view/15034/12681>.
5. Михалевич В. М. Навчально-контролюючий Maple — комплекс з вищої математики / В. М. Михалевич // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. — 2004. — № 1. — С. 74–78.
6. Михалевич В.М. Елементарна математика. Алгебра. Новітні інформаційні технології навчання (Maple). Ч. 2. : практикум / В. М. Михалевич, А. Ф. Дода. - Вінниця : ВНТУ, 2010. - 160 с. (надрукований в 2011 р.)
7. Михалевич В. М. Проектування навчальних задач з лінійного програмування з використанням систем комп'ютерної математики [Електронний ресурс] / В. М. Михалевич, О. І. Тютюнник // Інформаційні технології і засоби навчання. - 2013. - Т. 38 - № 6. - Режим доступу до журн. : <http://journal.iitta.gov.ua>.
8. Михалевич В. М. Фрагменти електронних освітніх ресурсів з функції двох змінних в середовищі СКМ Maple / В. М. Михалевич, Ю. В. Добранюк, Я. В. Крупський // Збірник наукових праць за матеріалами дистанційної всеукраїнської наукової конференції «Математика у технічному університеті XXI сторіччя», 15 – 16 травня, 2017 р., Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ. – Краматорськ : ДДМА, 2017. – С. 20-22.
9. Михалевич В. М. Розробка електронних освітніх ресурсів в середовищі СКМ Maple [Текст] / В. М. Михалевич, Я. В. Крупський, Ю. В. Добранюк // Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності : зб. наук. праць за матеріалами Всеукр. наук.-практ. конф., 18-19 травня 2017 р. / М-во освіти і науки України, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського [та ін.]. - Вінниця : ФОРМ, 2017. - С. 69-72.
10. Михалевич В. М. Побудова конформних відображень та дослідження їх властивостей за допомогою СКМ MAPLE [Електронний ресурс] / В. М. Михалевич, Ю. В. Добранюк, А. А. Кашканова // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2017/paper/view/2192>
11. Михалевич В. М. Моделювання напружено-деформованого та граничного станів поверхні циліндричних зразків при торцевому стисненні: монографія / В. М. Михалевич, Ю. В. Добранюк. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 180 с. ISBN 978-966-641-532-8.
12. Mikhalevich V. M. Modeling of plastic deformation in a cylindrical specimen under edge compression / V. M. Mikhalevich, A. A. Lebedev and Yu. V. Dobranyuk // Strength of Materials. – Volume 43, Number 6 (2011), P. 591–603, DOI: 10.1007/s11223-011-9332-7.
13. Михалевич В. М. Визначення за початковою ділянкою траєкторії деформацій граничного стану бічної поверхні циліндричних зразків під час вісесиметричного осадження / В. М. Михалевич, Ю. В. Добранюк, Є. А. Трач // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – №2 – С. 163–167.
14. Михалевич В. М. Напружений стан товстостінної труби під рівномірним тиском / В. М. Михалевич, Ю. В. Добранюк // Вісник машинобудування та транспорту. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – №1 – С. 67–72.
15. Михалевич В. М. Узагальнення експериментально-аналітичної методики оцінки НДС бічної поверхні циліндричних заготовок при вісесиметричному осадженні / В. М. Михалевич, В. А. Матвійчук, Ю. В. Добранюк, Є. А. Трач // Обработка металлов давлением: сборник научных трудов. – Краматорск: ДГМА – 2014 – №1(38) – С. 41–47.
16. Михалевич В. М. Моделювання граничних деформацій на вільній бічній поверхні під час високотемпературного торцевого осадження / В. М. Михалевич, В. О. Краєвський, Ю. В. Добранюк // Вісник машинобудування та транспорту. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – №2 – С. 54–60.
17. Михалевич В. М. Аналітичне представлення радіуса торців циліндричних заготовок під час вісесиметричного осадження / В. М. Михалевич, Ю. В. Добранюк, Є. А. Трач // Обработка металлов давлением: сборник научных трудов. – Краматорск: ДГМА – 2015 – №2(41) – С. 56–62.

18. Михалевич В. М. Залежність максимального діаметру заготовки від ступеня деформування під час вісесиметричного осадження / В. М. Михалевич, Ю. В. Добранюк // Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта: Тези доповідей XVI Міжнародної науково-технічної конференції – НТУУ «КПІ» – Одеса – 22-25 червня 2015р. – С. 83–84.

19. Михалевич В. М. Аналітичне представлення максимального радіуса циліндричних заготовок під час вісесиметричного осадження із бочкоутворенням / В. М. Михалевич, Ю. В. Добранюк // Вісник машинобудування та транспорту. – Вінниця: ВНТУ – 2015 – №1 – С. 59–66.

20. Михалевич В. М. Удосконалення методу розв'язування двовимірної задачі пресування штаби / В. М. Михалевич, В. О. Краєвський, Ю. В. Добранюк. // Вісник НТУУ «КПІ». Серія машинобудування. – 2016. – №2 (77). – С. 79–88.

21. Добранюк Ю. В. Побудова математичної моделі максимального діаметру циліндричного зразка під час торцевого стиснення на основі математичного аналізу [Електронний ресурс] / Ю. В. Добранюк, Я. Д. Лебідь // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. – Електрон. текст. дані. – 2018. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2018/paper/view/4918>.

22. Добранюк Ю. В. Порівняльний аналіз накопиченої деформації та інтенсивності логарифмічних деформацій бічної поверхні циліндричних зразків під час торцевого стиснення із використанням СКМ Maple [Електронний ресурс] / Ю. В. Добранюк, А. Р. Козуб // Матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 27-28 квітня 2020 р. – Електрон. текст. дані. – 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2020/paper/view/9464>

23. Dobranyuk Yuriy Comparative analysis of the stress-strain state of the free surface of cylindrical samples during rolling using SCM Maple / Yuriy Dobranyuk, Andriy Kozub // III International Scientific and Practical Internet Conference "Mathematics and Informatics in Higher Education: Challenges of Modernity", dedicated to the memory of Professors O. A. Pankov and V. S. Trokhymenko (Vinnytsia, May 20-21, 2021): book of abstracts. [Electronic network scientific publication], Vinnytsia, 2021, P. 67 – 74.

24. Краєвський, В. О. Кратні, криволінійні, поверхневі інтеграли та елементи теорії поля: навчальний посібник / В. О. Краєвський, Ю. В. Добранюк, А. А. Коломієць. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – 142 с.

**Добранюк Юрій Володимирович** — кандидат технічних наук, доцент кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [doبرانukyuriy@gmail.com](mailto:doبرانukyuriy@gmail.com).

**Маліцький Богдан Вікторович** — студент групи ТТ-21мс, Факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [lov4il1488@gmail.com](mailto:lov4il1488@gmail.com).

**Глеба Ярослав Олександрович** — студент групи ТЕ-21мс, Факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [yaroslavg1389@gmail.com](mailto:yaroslavg1389@gmail.com).

**Dobranyuk Yuriy V.** — Ph.D., Associate Professor of Department of Mathematics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [doبرانukyuriy@gmail.com](mailto:doبرانukyuriy@gmail.com).

**Malitsky Bogdan V.** — student of group TT-21mc, Faculty of Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [vasilinichnastya@gmail.com](mailto:vasilinichnastya@gmail.com).

**Gleba Yaroslav A.** — student of group TE-21mc, Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [yaroslavg1389@gmail.com](mailto:yaroslavg1389@gmail.com).

## Особливості обчислення інтегралу Лебега від функцій, заданих на множині міри «нуль»

Вінницький національний технічний університет

**Анотація.** Викладено особливості наближеного обчислення інтегралу Лебега від функції, заданих на множині міри «нуль», які обумовлені тим, що цей інтеграл являє собою суму добутків значень функції, що інтегрується, та міри Лебега кожного із цих значень. Враховано те, що ця міра є відрізком функціональної осі між монотонно-зростаючими значеннями функції, що інтегрується. Показано, як це реалізується в програмі обчислення інтеграла Лебега, складеної на мові Python.

**Ключові слова:** функція, що задана на множині міри «нуль», міра Лебега, інтеграл Лебега, програма обчислення інтегралу на мові Python.

**Abstract.** The paper presents the features of the approximate calculation of the Lebesgue integral from functions given on the set of measure zero. These features are due to the fact that the integral is the sum of the products of the values of the integrable function and the Lebesgue measure of each of these values. It is taken into account that the measure is a segment of the functional axis between the monotonically increasing values of the integrable function. The paper demonstrates the Python program for calculating the Lebesgue integral.

**Keywords:** function defined on a set of measure zero, Lebesgue measure, Lebesgue integral, Python program for the integral calculation.

Робота присвячена наближеним обчисленням інтегралу Лебега. Мета роботи полягає в тому, щоб висвітлити особливості інтегрування по мірі Лебега та продемонструвати, як враховуються ці особливості в програмі на мові Python наближеного обчислення інтегралу Лебега від функції, заданої на множині міри «нуль».

В роботі [1] показано, що інтегрування по Лебегу зводиться до обчислення суми

$$L = \lim_{\Delta_i y \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n y_{i-1} mE_i(y_{i-1} \leq y < y_i), \quad (1)$$

яка має усі властивості інтеграла при інтегруванні по координаті  $y$  на множині  $E$  з мірою

$$mE(m \leq y < M), \quad (2)$$

де  $m$  – дійсне число, що є мінімальним значенням функції  $y = f(x)$ , заданої на відрізку  $[a, b]$  осі  $x$  на дискретній множині його точок, а  $M$  – максимальним значенням цієї функції на  $[a, b]$ . Але оскільки міра  $mE$  є монотонно-зростаючою функцією координати  $y$  від  $m$  до  $M$  то, позначивши її як  $g(y)$ , вираз (1) можна переписати у вигляді

$$L = \lim_{\Delta_i y \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n y_{i-1} (g(y_i) - g(y_{i-1})). \quad (3)$$

А тому і обчисленим наближено інтеграл Лебега може бути за виразом, аналогічним (3), тобто за виразом

$$L \approx \sum_{i=1}^n y_{i-1} (g(y_i) - g(y_{i-1})). \quad (4)$$

Але для реалізації програмно обчислень за виразом (4) необхідно спочатку відсортувати значення  $y_{i-1}, i = 1, 2, \dots, n$  так, щоб їх послідовність була зростаючою, оскільки міра кожного з них  $(g(y_i) - g(y_{i-1}))$  не може мати від'ємних значень. Як це реалізувати на практиці, покажемо в програмі, що викладена нижче.

Програма на мові Python для обчислення інтегралу Лебега від функції  $f(x)$  дійсної змінної  $x$ , заданої на відрізку  $[a, b]$  дискретно в точках через проміжок  $x = \Delta x_i - x_{i-1} = c; \quad i = 1, 2, \dots, n:$

```

In [1]: import numpy as np
In [2]: a = a*; b = b*; Δx = c
In [3]: n = (b-a)/c
In [4]: x = np.linspace(a, b, n)
In [5]: def f(x):
        return тіло функції

In [6]: fvec = np.vectorize(f)
In [7]: f1 = fvec(x)
In [8]: M = max(f1)
In [9]: m = min(f1)
In [10]: mEf = M-m
In [11]: f11 = np.sort(f1)
In [12]: g = np.diff(f11)
In [13]: f111 = f11[:-1]
In [14]: l1 = f111*g
In [15]: L = np.sum(l1)

```

```

# Виклик ППП numpy під символом np
# Внесення числових даних  $a^*, b^*, c$ 
# Визначення потужності множини міри «нуль»
# Формування масиву значень  $x$ 
# Формування функції  $f(x)$ , що
    інтегрується по Лебегу
    на відрізку  $[a, b]$  значень аргументу  $x$ 
# Векторизація функції  $f(x)$ 
# Обчислення функції  $f(x)$  у вигляді списку  $f1$ 
# Визначення максимуму  $M$  функції  $f(x)$ 
# Визначення мінімуму  $m$  функції  $f(x)$ 
# Визначення міри  $M-m$  функції  $f(x)$ 
# Сортування по росту масиву  $f1$  в масив  $f11$ 
# Визначення перших різниць  $g$  функції  $f(x)$ 
# Видалення із  $f11$  останнього елемента
# Поелементне перемноження масивів  $f111$  і  $g$ 
# Обчислення інтегралу Лебега від  $f(x)$  на  $[a, b]$ 

```

В якості висновку констатуємо, що, скориставшись комп'ютерною програмою, наведеною вище, після занесення в неї у другому командному рядку граничних значень відрізка, на якому визначена множина значень міри «нуль» аргументу функції, що інтегрується за Лебегом, та значення проміжку між двома сусідніми значеннями цієї функції, а також після внесення тіла самої функції в п'ятий командний рядок, кожний із користувачів програми, запустивши її, визначить наближене значення інтеграла Лебега від заданої функції. Приклад обчислення за цією програмою наведено в роботі [2].

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мокін Б.І. Функціональний аналіз, адаптований до прикладних задач в галузі інформаційних технологій: навчальний посібник / Б.І. Мокін, В.Б. Мокін, О.Б. Мокін. – Вінниця: ВНТУ, 2020 – 192 с.
2. Мокін Б.І., Мокін О.Б., Шалагай Д.О. Про один із підходів наближеного обчислення інтегралів Стілтєсса і Лебега на мові Python в задачах системного аналізу з дискретними моделями. - *Вісник ВПІ*, 2021, №3 – С. 61-68.

**Мокін Борис Іванович** – академік НАПНУ, доктор технічних наук, професор, професор кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [borys.mokin@gmail.com](mailto:borys.mokin@gmail.com)

**Мокін Віталій Борисович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Мокін Олександр Борисович** – професор кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Шалагай Дмитро Олександрович** – аспірант, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Mokin Borys I.** – Academician of NAPSU, Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of System Analysis and Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [borys.mokin@gmail.com](mailto:borys.mokin@gmail.com)

**Mokin Vitalii B.** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of System Analysis and Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

**Mokin Oleksandr B.** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of System Analysis and Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

**Shalagai Dmytro O.** – Post-Graduate Student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

## ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ ADVANCED GRAPHER ДЛЯ ВІЗУАЛЬНОГО СУПРОВОДУ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ ЧИСЛЕННЯ ФУНКЦІЇ ОДНІЄЇ ЗМІННОЇ»

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

### *Анотація*

*В роботі розглянуто основні можливості використання програми Advanced Grapher; продемонстровано приклад розв'язування задачі в програмі Advanced Grapher.*

**Ключові слова:** системи комп'ютерної математики, програма Advanced Grapher, диференціальне числення функції однієї змінної.

### *Abstract*

*The main possibilities of using the Advanced Grapher program are considered in the work; an example of solving a problem in Advanced Grapher is shown.*

**Keywords:** computer mathematics systems, Advanced Grapher program, differential calculus of a function of one variable.

**Постановка проблеми.** Пріоритетним напрямом розвитку освітньої системи є впровадження в освітній процес навчальних закладів інформаційно-комунікаційних технологій. Зокрема, під час вивчення математичних дисциплін для візуалізації навчального матеріалу доречно використовувати математичні програмні пакети (табличний процесор MS Excel, Advanced Grapher, GRAN (GRAN1, GRAN-2D; GRAN-3D), Mathcad, Matlab, Mathematica, Microsoft Mathematics, Wolfram Alpha, пакет динамічної геометрії DG, GeoGebra, система Derive тощо), в середовищі яких можна розв'язувати велику кількість різноманітних задач.

**Мета публікації:** розглянути основні можливості використання програми Advanced Grapher; продемонструвати приклад розв'язування задачі в програмі Advanced Grapher.

**Виклад основного матеріалу.** Системи комп'ютерної математики – програмне забезпечення, яке дозволяє виконувати на комп'ютері не лише числові розрахунки, але і проводити аналітичні (символьні) перетворення різних математичних об'єктів і має засоби графічної візуалізації. Науковці виділяють такі класи систем комп'ютерної математики: системи для чисельних розрахунків; табличні процесори; матричні системи; системи для статистичних розрахунків; системи для спеціальних розрахунків; системи для аналітичних розрахунків (системи комп'ютерної алгебри); універсальні системи [1, с. 42-43].

Розглянемо детальніше основні можливості використання програми Advanced Grapher, серед яких: побудова графіків функцій однієї змінної, заданих аналітично в прямокутній декартовій системі координат; побудова графіків функцій у полярній системі координат; побудова графіків функцій, заданих за допомогою рівнянь; побудова графіків функцій, заданих таблицею значень; побудова дотичної і нормалі до графіка функції у заданій точці; знаходження аналітичного виразу для похідної даної функції; знаходження нулів функції на заданому проміжку; дослідження на екстремум на заданому проміжку; виконання чисельного інтегрування; наближене знаходження коренів рівнянь та їх систем; знаходження координат точок перетину графіків двох функцій на заданому проміжку; обчислення числових виразів; графічне розв'язування нерівностей та їх систем тощо.

Продемонструємо застосування програми Advanced Grapher на заняттях з математичного аналізу під час вивчення теми «Диференціальне числення функції однієї змінної».

Розглянемо задачу дослідницького змісту, розв'язання якої можна представити за допомогою програми Advanced Grapher.

**Задача.** [2, с. 19]. При яких значеннях  $k$  дотична до графіка функції  $y = kx^2$  утворює з віссю  $Ox$  кут  $\frac{\pi}{3}$  і відтинає від координатної чверті трикутник з площею, яка дорівнює  $\frac{8\sqrt{3}}{3}$  ?

### Розв'язання

Зазначимо насамперед, що  $k > 0$ , бо дотична до графіка функції  $y = kx^2$  утворює з додатним напрямком осі абсцис гострий кут, що дорівнює  $\frac{\pi}{3}$ . Нехай  $(x_0; y_0)$ , де  $y_0 = kx_0^2$ , є точкою дотику дотичної до графіка функції  $y = kx^2$ , похідна якої в цій точці  $f'(x_0) = 2kx_0$ . Але значення похідної в точці дотику дорівнює тангенсу кута  $\varphi$  між дотичною і додатним напрямком осі абсцис. Тому  $2kx_0 = \operatorname{tg} \frac{\pi}{3} = \sqrt{3}$ , звідки  $x_0 = \frac{\sqrt{3}}{2k}$ . Тоді  $y_0 = \frac{k \cdot 3}{4k^2} = \frac{3}{4k}$ , а рівняння дотичної до графіка функції  $y = kx^2$  в точці  $(x_0; y_0) = \left(\frac{\sqrt{3}}{2k}; \frac{3}{4k}\right)$  набирає вигляду:  $y = \frac{3}{4k} + \sqrt{3}\left(x - \frac{\sqrt{3}}{2k}\right)$ , або  $y = \sqrt{3}x - \frac{3}{4k}$ . Ця дотична перетинає вісь  $Ox$  в точці  $x_0 = \frac{\sqrt{3}}{4k}$ , а вісь  $Oy$  у точці  $y = -\frac{3}{4k}$ , відтинаючи від 4-ї чверті прямокутний трикутник  $AOB$ , катети якого  $OA = x_0 = \frac{\sqrt{3}}{4k}$  і  $OB = y_0 = \frac{3}{4k}$  (рис. 1).

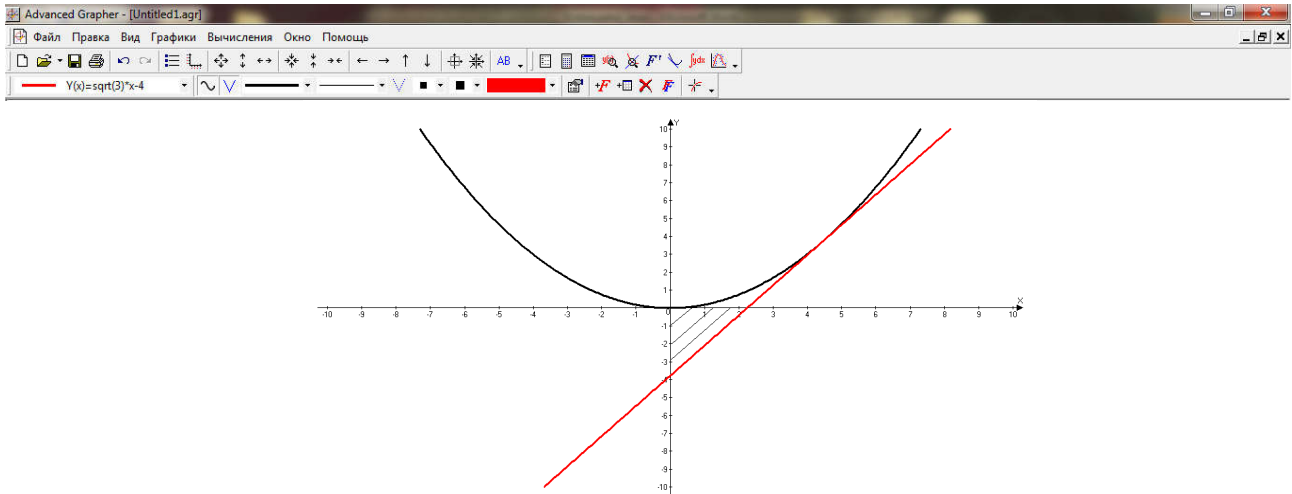


Рис. 1. Розв'язок задачі в програмі Advanced Grapher

Площа трикутника, яка за умовою дорівнює  $\frac{8\sqrt{3}}{3}$ , дорівнює півдобутку катетів, тобто  $\frac{8\sqrt{3}}{3} = \frac{1}{2} OA \cdot OB = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4k} \cdot \frac{3}{4k}$ . Звідси знаходимо, що  $k = \frac{3}{16}$ .

Відповідь.  $k = \frac{3}{16}$ .

**Висновки.** Таким чином, використання математичних програмних пакетів (зокрема, програми Advanced Grapher) в освітньому процесі сприяє підвищенню мотивації студентів до вивчення математики (зокрема, математичного аналізу), розвитку мислення (студенти вчаться аналізувати, порівнювати, виділяти суттєві ознаки та властивості), формуванню просторової уяви.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Погрібний О. В. Програмні засоби навчання математики. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2011. № 4. С. 42-46.
2. Саранцев Г. И. Упражнения в обучении математике. М.: Просвещение, 1995. 316 с.

**Клімішина Аліна Яківна** – канд. пед. наук, старший викладач кафедри математики та інформатики, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського.

**Klimishyna Alina Yakivna** – Cand. ped. Sciences, Senior Lecturer, Department of Mathematics and Informatics, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University.

# АДАПТАЦІЯ МЕТОДУ ЛЕЙТНЕРА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИВЧЕННЯ АЛГОРИТМІВ ТА СТРУКТУР ДАНИХ В ПРОГРАМНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

У роботі висвітлюється модифікація методу Лейтнера для підвищення ефективності вивчення алгоритмів та структур даних в програмній інженерії. Засвоюваність знань та навичок підвищується за рахунок використання методу інтервального повторення Лейтнера.

**Ключові слова:** інтерактивні технології, програмна інженерія, алгоритми та структури даних.

## Abstract

The thesis describes Leitner's method modification for improved efficiency of studying the algorithms and data structures in software engineering. Learning the ideas and skills improves because of usage of the Leitner's interval repetition method.

**Keywords:** interactive technologies, software engineering, algorithms and data structures.

## Вступ

У 1885 році німецький психолог Герман Еббінгауз провів дослідження пам'яті, у результаті якого було виявлено залежність відтворюваності нової інформації від часу. Через годину після першого безпомилкового повторення інформації відсоток відтворюваності склав 40%. Через десять годин – 35%. Через 24 години – 30%. Графік залежності формує криву Еббінгауза (рисунок 1) [1].

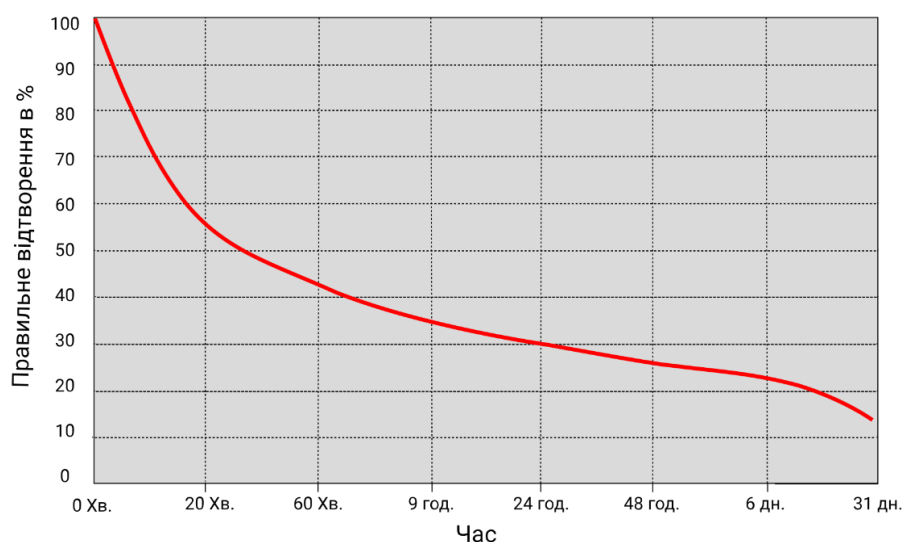


Рисунок 1 – Крива Еббінгауза

Дослідження Еббінгауза стало основою техніки інтервальних повторів, що полягає в повторенні засвоєного матеріалу через певні зростаючі інтервали часу. За таким принципом працює метод Лейтнера: фрагменти інформації записуються на картках і розбиваються на групи. Картки з першої групи демонструються учневі найчастіше, картки з другої групи – трохи рідше, і так далі. Якщо учень правильно пам'ятає інформацію з картки, вона переміщується у наступну групу. Якщо помиляється – картка переміщується у попередню або першу групу (рисунок 2) [2].



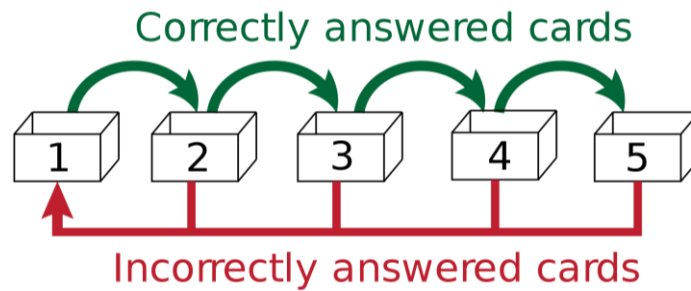


Рисунок 2 – Візуалізація методу Лейтнера

Метод Лейтнера широко використовується для вивчення іноземних мов. Але оригінальний метод Лейтнера не може бути використаний для формування навичок, адже концентрується на здатності відтворювати певну інформацію.

### Розробка

У зв'язку з цим, є перспективною розробка модифікації методу Лейтнера, що може бути використана таким чином. Така модифікація описана нижче.

У цій модифікації картки – це алгоритми, структури даних, техніки розв'язання задач – наприклад, пошук у глибину [3], дерево відрізків [4], динамічне програмування [5] тощо.

Картки розбиваються на десять груп. У першій групі знаходяться найменш засвоєні картки. У десятій групі – найкраще засвоєні картки. У випадку, якщо учень проходить тестування успішно, картка переміщується до наступної по порядку групи. Якщо результат тестування незадовільний, картка переміщується до попередньої групи. Якщо учень не проходить тестування для картки протягом 7 днів, картка переміщується до попередньої групи.

Частота повторень для групи характеризується послідовністю Фібоначчі і наведена у таблиці 1.

Таблиця 1 – Частота повторень для групи

Номер групи	Частота повторень (дні)
1	1
2	2
3	3
4	5
5	8
6	13
7	21
8	34
9	55
10	89

Наприклад, картки з першої групи пропонуються для тестування щодня. Картки з десятої групи – раз на три місяці.

Тестування полягає у розв'язуванні певного набору задач, пов'язаних з темою картки. Підбір задач є ключовим фактором успішності застосування методу.

Для кожної задачі визначається числова характеристика складності. Складність задачі залежить від:

1. кількості людей, що успішно розв'язали задачу;
2. кількості людей, що зробили щонайменше одну спробу розв'язку;

3. середньої кількості спроб, необхідних для розв'язку задачі.

Числова характеристика складності – це ціле невід'ємне число. Значення 0 характеризує максимально просту задачу – задачу, яку з першого разу розв'язують усі, хто намагається. Максимальне значення складності не обмежується.

Запропоновано формулу:

$$X = \left( \frac{A * R^2}{S} - 1 \right) * 100$$

X – числова характеристика складності задачі;

S – кількість осіб, що розв'язали задачу;

A – кількість осіб, що намагались розв'язати задачу;

R – середня кількість спроб, за яку було досягнуто правильне рішення.

Для підвищення точності, для тренування не використовуються задачі, які намагались розв'язати менше 100 осіб.

Задачі розбиваються на десять груп за рівнем складності. Для цього вони сортуються за складністю і діляться на десять рівних груп. При тестуванні використовуються задачі з відповідним рівнем складності. Оскільки задача може бути пов'язана з декількома картками, для тестування відбираються задачі, які користувач може розв'язати. Наприклад, у користувача є картка «дерево (теорія графів)», що відноситься до 5 групи, і картка «алгоритм Крускала» [6], що відноситься до 1 групи. Таким чином, для тестування не буде використано задачу 5 групи складності, що пов'язана з обома вказаними картками, оскільки учень не в достатній мірі володіє темою «алгоритм Крускала».

Перевірка правильності розв'язку задачі може бути виконана за допомогою різних онлайн-ресурсів, що надають архів задач з програмування, а також автоматизовану тестову систему, що перевіряє правильність розв'язку задачі, а також відповідність заданим вимогам до споживання програмою системних ресурсів – таких як оперативна пам'ять та час виконання. Прикладами таких сервісів є Codeforces [7], E-Olymp, Timus Online Judge тощо.

Оскільки на початку тренувань учневі потрібно розв'язувати велику кількість задач, може виникати ситуація, у якій протягом одного дня учень не встигає пройти тестування для всіх запланованих карток. Для цього учневі потрібно визначити пріоритет кожної картки – таким чином, в першу чергу на тестування подаються картки з вищим пріоритетом.

## Висновки

Подальший розвиток ідеї потребує експериментального дослідження. Існує необхідність розробки програмної системи, що забезпечить впровадження та дослідження ефективності розробленої модифікації методу Лейтнера.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Крива забування Еббінгауза – Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Крива\\_забування\\_Еббінгауза](https://uk.wikipedia.org/wiki/Крива_забування_Еббінгауза)
2. Leitner system – Wikipedia [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Leitner\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Leitner_system)
3. Пошук у глибину – Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Пошук\\_у\\_глибину](https://uk.wikipedia.org/wiki/Пошук_у_глибину)
4. MAXimal :: algo :: Дерево отрезков [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://e-maxx.ru/algo/segment\\_tree](https://e-maxx.ru/algo/segment_tree)
5. Задача о рюкзаке – Викиконспекты [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Задача\\_о\\_рюкзаке](https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Задача_о_рюкзаке)
6. Алгоритм Крускала – Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Алгоритм\\_Крускала](https://uk.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Крускала)
7. Help – Codeforces [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://codeforces.com/help#q1>

*Хом'юк Ірина Володимирівна* – д. пед. н., професор, професор кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com);

*Кавка Олексій Олександрович* – аспірант кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [oleksii.kavka@gmail.com](mailto:oleksii.kavka@gmail.com).

*Khomyuk Irina V.* – Doctor of Science (Ped.), Professor of Higher Mathematics Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com);

*Kavka Oleksii O.* – Graduate Student of the Department of Software Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [oleksii.kavka@gmail.com](mailto:oleksii.kavka@gmail.com).

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІНІЙНИХ СИНГУЛЯРНО ЗБУРЕНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ДРУГОГО ПОРЯДКУ ЗАСОБАМИ MAPLE

<sup>1</sup> Центральнотраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка;

<sup>2</sup> Донецький національний медичний університет

### *Анотація*

*Проведено дослідження однорідного сингулярно збуреного диференціального рівняння, розроблено maplets, який дозволяє досліджувати розв'язок. Проведено дослідження неоднорідного сингулярно збуреного диференціального рівняння, розроблено maplets, який дозволяє досліджувати розв'язок. Проведено дослідження сингулярно збуреного диференціального рівняння у випадку кратних коренів характеристичного рівняння розроблено maplets, який дозволяє досліджувати розв'язок.*

**Ключові слова:** асимптотика, сингулярно збурене диференціальне рівняння, maplets.

### *Abstract*

*A study of a homogeneous singularly perturbed differential equation was carried out, maplets were developed, which allows to study the solution. An inhomogeneous singularly perturbed differential equation has been studied, maplets have been developed, which allows to study the solution. A study of the singularly perturbed differential equation in the case of multiple roots of the characteristic equation was carried out, maplets were developed, which allows to study the solution.*

**Keywords:** asymptotic, singular perturbed differential equation, maplets.

### Вступ

Найбільш ефективними методами дослідження нелінійних коливань є асимптотичні методи:

– метод асимптотичного інтегрування початкової задачі для нелінійної системи диференціальних рівнянь з малим параметром при частині похідних, який полягає в тому, що асимптотичний розв'язок шукається у вигляді суми регулярної частини і ряду примежових функцій.

– метод асимптотичного інтегрування лінійної сингулярно збуреної системи диференціальних рівнянь, який полягає у введенні нових незалежних змінних і тим самим, зводить розглядувану сингулярно збурену систему диференціальних рівнянь до регулярної системи в частинних похідних відносно функцій з більшою кількістю незалежних змінних.

– асимптотичний метод інтегрування диференціальних рівнянь із повільно змінними коефіцієнтами, в якому встановлені достатні умови існування асимптотичного розв'язку у випадку кратних коренів.

– метод асимптотичного аналізу розглядає структуру загального розв'язку системи з тотожно виродженою головною матрицею при похідній в різних ситуаціях пов'язаних з особливостями матриць.

### Результати дослідження

В даній роботі досліджено однорідне сингулярно збурене диференціальне рівняння виду:

$$\varepsilon^{2h} \frac{d^2 x}{dt^2} + \varepsilon^h a(t) \frac{dx}{dt} + b(t)x = 0, \quad (1)$$

де  $\varepsilon$  ( $0 < \varepsilon \leq \varepsilon_0$ ) малий параметр;  $t \in [0; L]$ ,  $h \in N$ ,  $a(t)$ ,  $b(t)$  – відомі функції,  $x(t, \varepsilon)$  – шукана функція

та неоднорідне сингулярно збурене диференціальне рівняння виду:

$$\varepsilon^{2h} \frac{d^2 x}{dt^2} + \varepsilon^h a(t) \frac{dx}{dt} + b(t)x = f(t) \exp\left(\frac{\theta(t)}{s^h}\right), \quad (2)$$

де  $f(t)$ ,  $\theta(t)$  нескінченно диференційовані функції при  $t \in [0; L]$ .

Для побудови розв'язку однорідного сингулярно збуреного диференціального рівняння виду (1) розроблено `maplets1`, який дозволяє досліджувати розв'язок з використанням наступних кроків: введення коефіцієнтів; побудова рівняння; розв'язання рівняння; знаходження наближення для  $\varphi$ ; побудова загального розв'язку.

Для побудови розв'язку неоднорідного сингулярно збуреного диференціального рівняння виду (2) розроблено `maplets2`, який дозволяє досліджувати розв'язок з використанням наступних кроків: введення коефіцієнтів; виведення рівняння; розв'язання рівняння; побудова наближення для  $p$ ; побудова загального розв'язку; побудова графіка.

Для побудови розв'язку сингулярно збуреного диференціального рівняння у випадку кратних коренів характеристичного рівняння розроблено `maplets3`, який дозволяє досліджувати розв'язок з використанням наступних кроків: введення коефіцієнтів; побудова диференціального рівняння; розв'язання рівняння; побудова наближення для  $\varphi$ ; побудова другого наближення; побудова графіка.

## Висновки

В даній роботі

1) побудовано два частинних формальних розв'язки сингулярно збуреного однорідного диференціального рівняння цілого рангу загального вигляду у випадку простих коренів характеристичного рівняння і доведено їх лінійну незалежність, а також побудовано частинні розв'язки неоднорідного рівняння у випадку нерезонанса і резонанса;

2) знайдено достатні умови існування формального розв'язку у випадку кратного кореня характеристичного рівняння і побудовано два частинних лінійно незалежних формальних розв'язків сингулярно збуреного однорідного диференціального рівняння другого порядку цілого рангу загального вигляду;

3) доведено теорему про асимптотичну властивість розв'язків;

4) створено MAPLE програму, що дозволяє дослідження сингулярно збуреного диференціального рівняння другого порядку у випадку простих і кратного коренів;

5) на основі програми MAPLE мовою створено візуальні `maplets`, які дозволяють демонструвати дослідження диференціальних рівняння другого порядку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Болілий В. О. Нестабільна точка звороту в диференційному рівнянні третього порядку. *Математичні студії*. 2002. Т. 18. № 2. С. 157–168.
2. Ключник І. Г. Асимптотичні розв'язки системи диференціальних рівнянь з кратною точкою звороту. *Український математичний журнал*. 2009. Т. 61. № 11. С. 1516–1530.
3. Monagan M. V. *Maple advanced Programming Guide*. *Maplesoft, a division of Waterloo Maple Inc.* 2012. 456 p.
4. Stephen Forrest. *Maplesoft. A Customizable Interface to Maple*. URL: <http://www.cargo.wlu.ca/e-ECCAD2004/Maplets.pdf> (дата звернення: 25.05.2022).

**Болілий Василь Олександрович** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри інформатики, Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка, Кропивницький, e-mail: basilb097@gmail.com.

**Суховірська Людмила Павлівна** – кандидат педагогічних наук, доцент, завідувачка кафедри фундаментальних дисциплін, Донецький національний медичний університет, Кропивницький, e-mail: suhovirskaya2011@gmail.com.

**Bolilyj Vasyly O.** – Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor of the Department of Informatics and Information Technologies of the Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University, Kropyvnytskyi, e-mail: basilb097@gmail.com.

**Sukhovirskaya Liudmyla P.** – PhD of pedagogical sciences, Head of the Department of Fundamental Disciplines Donetsk National Medical University, Kropyvnytskyi, e-mail: suhovirskaya2011@gmail.com.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІНІЙНИХ СИНГУЛЯРНО ЗБУРЕНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ДРУГОГО ПОРЯДКУ ЗАСОБАМИ MAPLE

<sup>1</sup> Центральнотраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка;

<sup>2</sup> Донецький національний медичний університет

### *Анотація*

*Проведено дослідження однорідного сингулярно збуреного диференціального рівняння, розроблено maplets, який дозволяє досліджувати розв'язок. Проведено дослідження неоднорідного сингулярно збуреного диференціального рівняння, розроблено maplets, який дозволяє досліджувати розв'язок. Проведено дослідження сингулярно збуреного диференціального рівняння у випадку кратних коренів характеристичного рівняння розроблено maplets, який дозволяє досліджувати розв'язок.*

**Ключові слова:** асимптотика, сингулярно збурене диференціальне рівняння, maplets.

### *Abstract*

*A study of a homogeneous singularly perturbed differential equation was carried out, maplets were developed, which allows to study the solution. An inhomogeneous singularly perturbed differential equation has been studied, maplets have been developed, which allows to study the solution. A study of the singularly perturbed differential equation in the case of multiple roots of the characteristic equation was carried out, maplets were developed, which allows to study the solution.*

**Keywords:** asymptotic, singular perturbed differential equation, maplets.

### Вступ

Найбільш ефективними методами дослідження нелінійних коливань є асимптотичні методи:

– метод асимптотичного інтегрування початкової задачі для нелінійної системи диференціальних рівнянь з малим параметром при частині похідних, який полягає в тому, що асимптотичний розв'язок шукається у вигляді суми регулярної частини і ряду примежових функцій.

– метод асимптотичного інтегрування лінійної сингулярно збуреної системи диференціальних рівнянь, який полягає у введенні нових незалежних змінних і тим самим, зводить розглядувану сингулярно збурену систему диференціальних рівнянь до регулярної системи в частинних похідних відносно функцій з більшою кількістю незалежних змінних.

– асимптотичний метод інтегрування диференціальних рівнянь із повільно змінними коефіцієнтами, в якому встановлені достатні умови існування асимптотичного розв'язку у випадку кратних коренів.

– метод асимптотичного аналізу розглядає структуру загального розв'язку системи з тотожно виродженою головною матрицею при похідній в різних ситуаціях пов'язаних з особливостями матриць.

### Результати дослідження

В даній роботі досліджено однорідне сингулярно збурене диференціальне рівняння виду:

$$\varepsilon^{2h} \frac{d^2 x}{dt^2} + \varepsilon^h a(t) \frac{dx}{dt} + b(t)x = 0, \quad (1)$$

де  $\varepsilon$  ( $0 < \varepsilon \leq \varepsilon_0$ ) малий параметр;  $t \in [0; L]$ ,  $h \in N$ ,  $a(t)$ ,  $b(t)$  – відомі функції,  $x(t, \varepsilon)$  – шукана функція

та неоднорідне сингулярно збурене диференціальне рівняння виду:

$$\varepsilon^{2h} \frac{d^2 x}{dt^2} + \varepsilon^h a(t) \frac{dx}{dt} + b(t)x = f(t) \exp\left(\frac{\theta(t)}{s^h}\right), \quad (2)$$

де  $f(t)$ ,  $\theta(t)$  нескінченно диференційовані функції при  $t \in [0; L]$ .

Для побудови розв'язку однорідного сингулярно збуреного диференціального рівняння виду (1) розроблено `maplets1`, який дозволяє досліджувати розв'язок з використанням наступних кроків: введення коефіцієнтів; побудова рівняння; розв'язання рівняння; знаходження наближення для  $\varphi$ ; побудова загального розв'язку.

Для побудови розв'язку неоднорідного сингулярно збуреного диференціального рівняння виду (2) розроблено `maplets2`, який дозволяє досліджувати розв'язок з використанням наступних кроків: введення коефіцієнтів; виведення рівняння; розв'язання рівняння; побудова наближення для  $p$ ; побудова загального розв'язку; побудова графіка.

Для побудови розв'язку сингулярно збуреного диференціального рівняння у випадку кратних коренів характеристичного рівняння розроблено `maplets3`, який дозволяє досліджувати розв'язок з використанням наступних кроків: введення коефіцієнтів; побудова диференціального рівняння; розв'язання рівняння; побудова наближення для  $\varphi$ ; побудова другого наближення; побудова графіка.

## Висновки

В даній роботі

1) побудовано два частинних формальних розв'язки сингулярно збуреного однорідного диференціального рівняння цілого рангу загального вигляду у випадку простих коренів характеристичного рівняння і доведено їх лінійну незалежність, а також побудовано частинні розв'язки неоднорідного рівняння у випадку нерезонанса і резонанса;

2) знайдено достатні умови існування формального розв'язку у випадку кратного кореня характеристичного рівняння і побудовано два частинних лінійно незалежних формальних розв'язків сингулярно збуреного однорідного диференціального рівняння другого порядку цілого рангу загального вигляду;

3) доведено теорему про асимптотичну властивість розв'язків;

4) створено MAPLE програму, що дозволяє дослідження сингулярно збуреного диференціального рівняння другого порядку у випадку простих і кратного коренів;

5) на основі програми MAPLE мовою створено візуальні `maplets`, які дозволяють демонструвати дослідження диференціальних рівняння другого порядку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Болілий В. О. Нестабільна точка звороту в диференційному рівнянні третього порядку. *Математичні студії*. 2002. Т. 18. № 2. С. 157–168.
2. Ключник І. Г. Асимптотичні розв'язки системи диференціальних рівнянь з кратною точкою звороту. *Український математичний журнал*. 2009. Т. 61. № 11. С. 1516–1530.
3. Monagan M. V. *Maple advanced Programming Guide*. *Maplesoft, a division of Waterloo Maple Inc.* 2012. 456 p.
4. Stephen Forrest. *Maplesoft. A Customizable Interface to Maple*. URL: <http://www.cargo.wlu.ca/e-ECCAD2004/Maplets.pdf> (дата звернення: 25.05.2022).

**Болілий Василь Олександрович** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри інформатики, Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка, Кропивницький, e-mail: basilb097@gmail.com.

**Суховірська Людмила Павлівна** – кандидат педагогічних наук, доцент, завідувачка кафедри фундаментальних дисциплін, Донецький національний медичний університет, Кропивницький, e-mail: suhovirskaya2011@gmail.com.

**Bolilyj Vasyl O.** – Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor of the Department of Informatics and Information Technologies of the Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University, Kropyvnytskyi, e-mail: basilb097@gmail.com.

**Sukhovirskaya Liudmyla P.** – PhD of pedagogical sciences, Head of the Department of Fundamental Disciplines Donetsk National Medical University, Kropyvnytskyi, e-mail: suhovirskaya2011@gmail.com.

**О. Н. Романюк**  
**Р. Ю. Чехмestrucк**  
**О. В. Романюк**  
**А. В. Денисюк**

## **МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»**

Вінницький національний технічний університет;

### **Анотація**

*Проаналізовано математичне забезпечення дисципліни «Комп'ютерна графіка». Визначено основні розділи математики, які необхідні для успішного освоєння теоретичного матеріалу та виконання практичних робіт.*

**Ключові слова:** комп'ютерна графіка, матричні операції, рендеринг, графічні примітиви

### **Abstract**

*The mathematical support of the discipline "Computer graphics" was analyzed. The main sections of mathematics, which are necessary for the successful mastering of the theoretical material and the performance of practical work, have been identified..*

**Keywords:** computer graphics, matrix operations, rendering, graphic primitives

### **Вступ**

Комп'ютерна графіка характеризує новий етап застосування комп'ютерів для обробки інформації і забезпечує не тільки підвищення наочності отриманих результатів, але і можливості вирішення принципово нових задач, як, наприклад, геометричне моделювання, дизайн, мультиплікація, автоматизація проектувальних робіт.

Широке застосування методів комп'ютерної графіки для рішення інженерних, економічних, дослідних, конструкторських та дизайнерських задач обумовлює необхідність вивчення сучасними фахівцями основ комп'ютерної графіки.

### **Результати дослідження**

Для вивчення основ комп'ютерної графіки необхідне відповідне математичне підготування студентів.

Комп'ютерна графіка є математичною дисципліною і використовує практично всі розділи математики.

Для розробки методів і алгоритмів формування графічних примітивів важливим є знання теорії інтерполяції та апроксимації функцій, оскільки при формуванні прямих і кривих необхідно знаходження проміжних значень величин за наявним дискретним набором значень. Як правило, в комп'ютерній графіці вивчають алгоритми Лагранжа, Ньютона, Гауса, Ерміта. Існує також близька до інтерполяції задача, що полягає в апроксимації якої-небудь складної функції іншою, простішою функцією. Якщо деяка функція занадто складна для продуктивних обчислень, можна спробувати обчислити її значення в декількох точках, а за ними побудувати, тобто інтерполювати, простішу функцію.

Для наближеного формування зображень кривих в комп'ютерній графіці використовують апарат апроксимації. Апроксимація забезпечує використання більш простих, з математичної точки зору виразів. При цьому досягається краща згладженість крокової траєкторії. В комп'ютерній графіці, як правило, використовують подання неперервних функцій многочленами.

При формуванні кривих важливо знати математичні вирази для подання векторів, кола, параболи, гіперболи, еліпса.

Геометричне моделювання засновано на традиційних математичних методах аналітичної геометрії, які забезпечують введення та перетворення двохмірних і трьохмірних об'єктів з урахуванням обмежень пов'язаних з організацією взаємодії, можливостями засобів відображення, станом обчислювальної техніки. Основи аналітичної геометрії, що використовуються, враховують сучасні досягнення в цій галузі.

Загальні принципи опису і виконання основних перетворень геометричного моделювання стають зрозумілими при вивченні відомих методів матричного подання зображень і алгоритмів їх перетворень. Довільні афінні перетворення не можна записати за допомогою матриці  $3 \times 3$ , тому для роботи з афінними перетвореннями, зазвичай, використовують однорідні координати. Вони надають можливість задавати за допомогою матриць перетворення переносу й проєкції.

В комп'ютерній графіці широко використовується сплайнове моделювання, особливо при побудові кривих і поверхонь. Ві-сплайни дозволяють локально змінювати форму кривої, що неможливо при використанні інтерполяції Лагранжа. Тому вони отримали широке поширення. Використовують також патчі і криві Безьє, а також NURBS-подання поверхонь. Спочатку NURBS використовували лише у комерційних CAD-системах для автомобільних компаній. Пізніше вони стали невід'ємною частиною стандартних пакетів програм для комп'ютерної графіки.

В задачах рендерингу (кінцева візуалізація) широко використовується лінійна алгебра. Це пояснюється тим, що при формуванні тривимірних зображень використовуються векторні операції, питома вага яких є суттєвою, оскільки векторні перетворення виконуються для кожного пікселя. Останнім часом все ширше використовується сферична геометрія, яка дозволяє спростити обчислення за рахунок вилучення з обчислювального процесу нормалізації векторів.

Для формування тривимірних зображень використовують методи триангуляції та теселяції. Триангуляція многокутників є основою багатьох важливих геометричних алгоритмів. Ці питання важливі для побудови скелетної моделі об'єкта. При цьому найчастіше використовують триангуляція Делоне, Вороного.

Диференціальне та інтегральне числення використовується практично в усіх за стосунках комп'ютерної графіки. Використовується диференціальне числення функцій кількох змінних; визначені інтеграли; невластиві інтеграли, подвійні інтеграли; криволінійні інтеграли 1-го і 2-го роду; поверхневі інтеграли 1-го і 2-го роду. Для визначення об'ємів і площ об'єктів і поверхонь для задач рендарингу використовуються подвійні інтеграли.

Як відомо, у програмуванні ігор важливим завданням є поворот об'єкта у тривимірному просторі. Порівняно з використанням матриць перетворень для обертання об'єкта кватерніони дозволяють вирішувати це завдання більш зручним способом, оскільки безпосередньо задають вісь та кут обертання. Для того, щоб показати, яким чином задається операція обертання у три вимірному просторі доцільно надати студентам студентами загальні відомості про кватерніони.

Важливою процедурою комп'ютерної графіки є вилучення невидимих ліній та поверхонь, що передбачає вивчення студентами математичного апарату перетину примітивів, площин і поверхонь.

### **Висновки**

Комп'ютерна графіка є математичною дисципліною і використовує практично всі розділи математики. Конкретний математичний апарат застосовується залежно від типу задачі, що розв'язується для даного за стосунку.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Романюк О. Н. Комп'ютерна графіка. Навчальний посібник / О. Н. Романюк — Вінниця: УНІВЕСУМ-Вінниця —2001. —129 с.
2. Романюк О. Н. Веб-дизайн і комп'ютерна графіка. Навчальний посібник. / О. Н. Романюк, Д.І. Кательніков, О.П.Косовець —Вінниця: УНІВЕСУМ-Вінниця —2007. —103 с.
3. Бойко О.П. Особливості викладання комп'ютерної графіки в умовах дистанційного навчання/ О.П. Бойко, О.Н. Романюк, С.В Котлик // Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації / Матеріали I Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Одеса, 25-26 березня 2021 р. - Одеса, Видавництво ОНАХТ, 2021 р. – с.92-96.



4. Ціхановська О. Використання комп'ютерної графіки в підготовці економістів [Текст] / Олена Ціхановська, Олександр Романюк // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі», Київ, 18-19 квітня 2019 р. – 2019. – Ч. 2. – С. 267-268.
5. Романюк О. Н. Веб-дизайн і комп'ютерна графіка. Навчальний посібник. / О. Н. Романюк, Д.І. Кательніков, О.П.Косовець —Вінниця: УНІВЕСУМ-Вінниця —2007. —103 с.
6. Романюк О. Н. Алгоритми триангуляції полігональних областей для використання в засобах комп'ютерної графіки // О. Н Романюк., Ю. В. Седлецька // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. —2003. — №1. —С. 104—107.
7. Романюк А.Н. Алгоритмы триангуляции / А. Н. Романюк., А.Г. Сторчак // Компьютеры + программы. — 2001. — №1. — С. 35—37.

**Романюк Олександр Никифорович** — д. т. н., професор, професор кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: rom8591@gmail.com

**Чехмєструк Роман Юрійович** — канд. техн. наук, доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет

**Романюк Оксана Володимирівна** — канд. техн. наук, доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет

**Денисюк Алла Василівна** — асистент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет

**Romanyuk Olexandr Nikiforovych** — PhD (Eng.), Professor of Department for Programming Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rom8591@gmail.com

**Chehmestruk Roman Yuriyovych** —Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Software Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

**Romanyuk Oksana Volodymyrivna** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Software Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: romaniukoksanav@gmail.com

**Alla Denusiyk** – Assistant of Software Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,

# ПРОБЛЕМА МОТИВАЦІЇ СТУДЕНТІВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТТЯ В ДИСТАНЦІЙНІЙ ФОРМІ НАВЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*У статті розкривається місце лабораторних занять в професійній підготовці студентів на дистанційній формі навчання, дається характеристика існуючим класифікаціям лабораторних занять у закладах вищої освіти. Проаналізовано досвід застосування інтерактивних технологій в процесі проведення лабораторних занять факультету електроенергетики та електромеханіки ВНТУ.*

**Ключові слова:** лабораторні заняття, лабораторна робота, інтерактивна форма проведення лабораторних занять.

## **Abstract**

*The article reveals the place of laboratory classes in professional training of students at distance learning, describes the existing classifications of laboratory classes in higher education. The analyzed experience of using interactive technologies in the process of conducting laboratory classes on the Faculty of Power Engineering and Electromechanics VNTU.*

**Keywords:** laboratory classes, laboratory work, interactive form of laboratory classes.

## **Вступ**

Базова фахова підготовка студентів електроенергетичних спеціальностей університетів відбувається на лабораторних і практичних заняттях. Застосування дистанційної форми навчання на лабораторних заняттях у закладах вищої освіти потребує ретельної підготовки від викладача та мотивації студентів. Слід зазначити, що вмiле застосування інтерактивних методів на заняттях дозволяє формувати пізнавальний інтерес, пізнавальну самостійність студентів з метою досягнення певних навчально-виховних цілей та виконання освітніх завдань в рамках розвитку нового покоління. Лабораторні заняття тісно пов'язані з іншими організаційними формами навчання і взаємодоповнюють їх, складаючи єдине ціле. У цій єдності теоретичні знання, які отримують студенти на лекції, засвоюються краще, а лабораторні заняття стають більш зрозумілими. Провідна функція лабораторного заняття як організаційної форми полягає в наданні теоретичному курсу експериментального характеру в поєднанні з інтерактивними технологіями.

Теоретичні й практичні аспекти використання інтерактивних технологій навчання відображено у доробках Л. Ампілогової, Л. Варзацької, Л. Глущенко, О. Пометун, О. Удовенко, О. Гулінської, А. Мартинець, Л. Пироженко, Н. Побірченко.

На сьогодні педагогічною наукою напрацьовано велику кількість інтерактивних технологій [1; 2]. О. Пометун та Л. Пироженко [3, с. 33] виділяють чотири групи інтерактивних технологій: інтерактивні технології кооперативного навчання (робота в парах, два – чотири – всі разом, робота в малих групах); інтерактивні технології колективно-групового навчання (мікрофон, незакінчене речення, мозковий штурм, навчаючи – учись, ажурна пилка); технології ситуативного моделювання: симуляції, імітації, розігрування ситуації за ролями); технології опрацювання дискусійних питань (займи позицію, зміни позицію, дебати, дискусія).

Мета роботи – розглянути використання інтерактивних технологій для проведення лабораторного заняття в дистанційній формі.

## Результати дослідження

У сучасних закладах вищої освіти на лабораторних заняттях студенти формують свій науковий світогляд, знайомляться з науковими методами пізнання, пізнають природу явищ, переконуються в тому, що наукові теорії, які складають теоретичне знання, відбивають об'єктивну реальність, а практика є критерієм істини. З початком використання дистанційних технологій навчання проведення лабораторних занять перейшло на новий рівень, де студенти пізнають організацію й постановку експериментальної роботи в домашніх умовах. Дане нововведення призвело до погіршення мотивації студентів до проведення лабораторних робіт, тому постало питання, як зацікавити студентів до виконання лабораторних робіт. Вирішення даного питання стало можливе за допомогою використання інтерактивних технологій [4].

На жаль, не всі викладачі ЗВО під час проведення лабораторних занять усвідомлюють весь потенціал цієї організаційної форми і реалізують його не в повному обсязі. Такий стан речей призводить до формалізму в проведенні лабораторних занять, зниження якості експериментальної підготовки студентів.

Аналіз наукових джерел і порівняння форм проведення лабораторних занять, які найчастіше застосовуються в освітньому процесі ЗВО, а саме фронтальної, циклічної та індивідуальної, дозволяє виділити їхні характерні риси з додатковими характеристиками для дистанційної форми навчання [5].

Фронтальна форма проведення лабораторних робіт найпоширеніша, вона характеризується тим, що студенти, об'єднуючись у невеликі групи по 3-4 особи виконують одну й ту саму роботу одночасно. Під час використання технологій дистанційного навчання стає неможливо розподілення студентів на групи, тому доводиться виконувати роботу всією групою одночасно за участі викладача, який в аудиторії на камеру проводить дослід та знімає показники для подальших розрахунків.

Циклічна форма лабораторних занять передбачає поділ всіх лабораторних робіт, передбачених програмою курсу на декілька циклів, що відповідають певним її розділам. Така форма дозволяє проводити одночасно різні роботи визначеного циклу. В процесі використання технологій дистанційного навчання, дана форма стає неможливою для використання через обмеженість в часі та можливості викладача проводити одночасно кіль робіт циклу.

Індивідуальна форма передбачає виконання кожним студентом визначеної лабораторної роботи за спеціальним розкладом, при цьому студенти одночасно працюють над різними темами. Слід зауважити, що така форма вимагає особливої організації, індивідуального керівництва і контролю за роботою студентів з боку викладачів. Під час використання технологій дистанційного навчання, дана форма потребує виконання лабораторних занять лише на комп'ютерах студентів. В цьому випадку можливий додатковий контроль за виконанням та індивідуальний підхід до кожного студента.

Кожне лабораторне заняття має свою структуру. Структуру лабораторного заняття із застосуванням інтерактивних технологій та дистанційної форми навчання представимо на рис. 1.

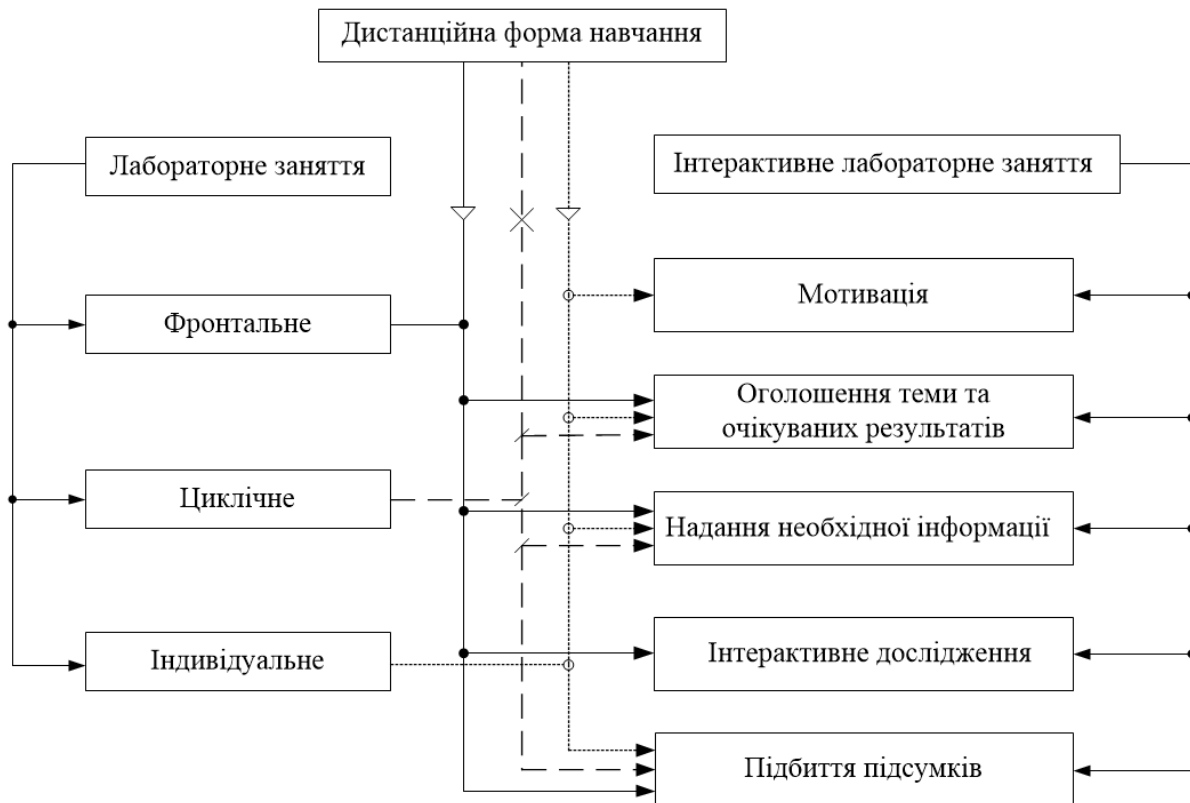


Рис. 1. Структура лабораторного заняття із застосуванням інтерактивних технологій та дистанційної форми навчання

Проведення занять у такий спосіб дозволяє студентам працювати в дистанційній формі без втрати мотивації до виконання лабораторних робіт та опанувати не лише способи експериментальної діяльності, а ще й навчитися переконливо і дохідливо пояснювати отримані результати. Студент усвідомлює свою відповідальність у засвоєнні нових знань всіма студентами підгрупи [6]. На таких лабораторних заняттях відбувається закріплення теоретичних знань через практичну діяльність, а також формування вміння передавати засвоєнні знання іншим студентам.

Охарактеризуємо кожен етап дистанційної форми лабораторного заняття з використанням інтерактивних технологій.

Фронтальна форма заняття в дистанційній формі передбачає: вступну частину, де викладач оголошує мету та результати дослідження, основну частину з викладом основного матеріалу дослідження та види дослідів, мотиваційну частину, у вигляді інтерактивного дослідження, який зацікавить студентів в подальшому до вивчення даної дисципліни та підбиття підсумків дослідження.

Циклічна форма навчання не передбачена в дистанційній формі навчання через обмеженість ресурсів викладача.

Індивідуальна форма навчання має найбільш гнучкий характер, але головна його мета полягає у мотивації студентів виконувати роботу самостійно. На цьому етапі можна використати всі можливі методи для зацікавлення та найглибшого пояснення теми кожному студенту. Найбільша проблема для всіх форм проведення лабораторного заняття в дистанційній формі – це незацікавленість студентів виконувати роботу в домашніх умовах, тому виникає необхідність відкриття все нових методів їх зацікавлення.

Таким чином, студенти, які оволодівають навичками експериментальної діяльності і елементами педагогічних вмінь під час дистанційної форми навчання складають мінімальний відсоток від всієї групи [7].

## Висновки

На підставі зробленого аналітичного огляду застосування різноманітних методик, які активізують самостійну діяльність студентів, створення проблемних ситуацій, підведення студентів до самостійних узагальнень і висновків значно послаблює практичну підготовку їх діяльності. Від одного заняття до наступного, на всіх етапах навчання студент втрачає мотивацію до навчання та спускається по сходинках власного наукового пізнання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інноваційні технології в освітньому процесі / І. В. Хом'юк, В.А.Петрук, О.А.Голюк, В.В.Хом'юк: монографія, Вінниця: ВНТУ, 2020, 88 с.
2. Хом'юк І.В. Організація роботи студентів на інтерактивних заняттях з вищої математики / І.В.Хом'юк, О.В.Салієва // Збірник наукових праць за матеріалами дистанційної всеукраїнської наукової конференції «Математика у технічному університеті ХХІ сторіччя», 15 – 16 травня, 2017 р., Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ. – Краматорськ : ДДМА, 2017. – С.179-182.
3. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання: Наук.-метод. посіб. / О. І. Пометун, Л. В. Пироженко, за ред. О. І. Пометун. – К. : Видавництво А.С.К., 2006. – 192 с.
4. Волкова Н.П. Інтерактивні технології навчання у вищій школі: навчально-методичний посібник / Н.П.Волкова. – Дніпро: Університет імені Альфреда Нобеля, 2018. –360 с.
5. Бистрова Ю.В. Інноваційні методи навчання у вищій школі України /Ю.В. Бистрова //Право та інноваційне суспільство. –№ 1 (4). –2015. – С. 27–28.
6. Мокін, В. І., Пап'єв, В. О. & Мокін, О. В. (2002). Стратегія пошуку оптимального співвідношення лабораторного практикуму та наукових досліджень в навчальному процесі інженерних спеціалістів. Вінниця.
7. Галецький С. Дистанційне навчання як елемент інформаційно-комунікаційних технологій в освіті/ С. Галецький, Т. Галецька // Зб. наук. пр. Уман. держ. пед. ун-ту ім. Павла Тичини. –Умань, 2018. – Вип. 1. – С. 54-63.

*Лебедь Денис Юрійович* – аспірант кафедри ЕСЕМ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [4e15b.lebyd@gmail.com](mailto:4e15b.lebyd@gmail.com).

*Хом'юк Ірина Володимирівна* – д. пед. н., професор, професор кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com)

*Lebed Denys Yuriiovych* – graduate student of the department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [4e15b.lebyd@gmail.com](mailto:4e15b.lebyd@gmail.com)

*Khomyuk Irina V.* – Doctor of Science (Ped.), Professor of Higher Mathematics Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com)

## ПРОЄКТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗВО

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*У даній роботі досліджується питання проєктування інноваційних технологій навчання в освітній процес ЗВО. Визначено критерії-питання, що можуть використовуватися для оцінки актуальності та рівня інтеграції інновації в навчальному контексті.*

**Ключові слова:** освіта, технології навчання, інновації, освітні технології.

### *Abstract*

*This paper investigates the issue of designing innovative learning technologies in the educational process of freelance education. The criteria-questions that can be used to assess the relevance and level of integration of innovation in the educational context are identified.*

**Keywords:** education, learning technologies, innovation, educational technologies

### **Вступ**

У сучасному суспільстві інноваційні технології поширюються практично на кожен сферу людської діяльності, включаючи таку широку сферу, як освіта. Завдяки інтеграції інноваційних технологій у практику освітнього процесу це явище набуло особливого значення в рамках удосконалення та модернізації сформованої системи освіти. В даний час проблема активної інтеграції та широкого застосування інноваційних технологій в освіті є надзвичайно актуальною у зв'язку пандемією коронавірусу COVID-19, яка вимагала від різних освітніх організацій повного переходу на дистанційне навчання на невизначений термін. Інновація – це «творчий відбір, організація та використання людських і матеріальних ресурсів за новими унікальними методами, які дають змогу досягти більш високого рівня досягнення поставлених цілей [1]. В освітньому середовищі інновація набуває свого значення у зв'язку з її просторовим, часовим і часто дисциплінарним контекстом [2]. Це частина динаміки зміни інструментів, об'єктів, але перш за все методів, що породжує невизначеність, а іноді й опір серед суб'єктів освітнього процесу (викладачів, студентів, установ, батьків). Навіть якщо освітні інновації спрямовані на покращення навчання студентів (учнів) і сприяння вдосконаленню знань, вони можуть бути джерелом дестабілізації для студентів і викладачів. Справді, розрив із традиційними практиками, а також з особистими та професійними уявленнями може бути занадто великим [3]. Час інновацій часто відповідає перехідній фазі, кризовим ситуаціям, наприклад вирування пандемії коронавірусу COVID-19, і реакція учасників освітнього світу, іноді в межах одного закладу або однієї команди, може бути різною: страх, очікування, незацікавленість, цікавість, ентузіазм, обережність, поспіх, прихильність. У цьому сенсі інновації асоціюються з поняттям ризику, стресу, але також і з креативністю і вдосконаленням. Саме тому вкрай важливим є завчасне проєктування, адже воно максимально забезпечує від ризиків і гарантує успішне подальше впровадження інновацій.

Проблему готовності майбутніх фахівців до інноваційної діяльності та управління нею висвітлювали в дослідженнях вітчизняні та зарубіжні науковці, зокрема: І. Бех, Л. Ващенко, Л. Даниленко, І.

Дичківська, І. Зязюн, Н. Кузьміна, Г. Костюк, В. Лазарева, М. Поташник, А. Пригожина, Г. Сухобська, Г. Селевко, В. Химинця, А. Хуторський.

Метою роботи – проаналізувати методи проектування освітніх інновацій та визначити оцінки актуальності та рівня інтеграції інновації в навчальному контексті.

### Результати дослідження

Дослідження показують, що в освіті, на відміну від інших секторів суспільства, масштабування успішних навчальних програм до широкого використання в різних контекстах здійснити дуже важко [4]. Насправді дослідження зазвичай демонструють величезний вплив установок (наприклад, підготовка викладача, самопідготовка студентів, попередні академічні досягнення) на формування бажаності, практичності та ефективності освітніх заходів. Таким чином, досягнення масштабу освіти вимагає інновацій, які можуть гнучко адаптуватися та ефективно використовуватися в освітньому процесі.

Багато невдалих спроб здійснити покращення освіти задокументували, що важко розширити перспективні інновації з благодатного тепличного середовища, в якому вони були задумані, до часто безплідних умов, які існують у державних університетах, з невеликими ресурсами, перевантаженими роботою й недостатньо оплачуваними посадами викладачів або недостатньо зацікавленими студентами. Адаптувати успішну інновацію на місцевому рівні до широкого спектру умов, при збереженні її ефективності, доступності та стійкості, дуже складно. Загалом, чим складніша інновація та ширший діапазон контекстів, тим більша ймовірність, що нова практика зазнає невдачі в спробі перетнути «прірву» між її початковою задумкою та реальним впровадженням [5]. Масштабовані проекти освітньої трансформації мають уникати того, що Віске та Перкінс [6] називають «пасткою репліки»: помилковою стратегією спроби скрізь повторити те, що спрацювало там, де була розроблена інновація, без урахування ситуаційних змін у потребах та середовищі.

Розглянемо представлений простий метод проектування освітніх інновацій, який базується на фундаментальній структурі Коберна [7]:

#### Перший етап

Першим кроком є визначення характеристик інновації (потрібно зосередитися на інноваціях типу «інструмент», а не «процес»). Для цього ми спираємося на метод Дессуса [8], який за основу взяв роботу Поппера [9]. Він складається з трьох простих підетапів:

- необхідно вказати матеріальний об'єкт або об'єкти, які використовуються (або моделюються) інновацією. Це може бути аркуш паперу, цифровий девайс студента, доповнена реальність або, ширше, електронне віддалене середовище;
- потрібно вказати, які абстрактні віртуальні об'єкти представлені інновацією;
- важливо вказати, яким пізнавальним процесам має сприяти інновація.

Після того, як інновація (точніше інновація в сенсі Вернанта [10]) була визначена, важливо якомога точніше описати варіант використання. Уточнення цього випадку дає змогу розглянути цільову аудиторію, у якій вона буде використовуватися або відчувати інновацію щодня, і, у свою чергу, повернутися до першого етапу та удосконалити інновацію.

#### Другий етап

Другий етап уточнює педагогічний контекст, у який може вписуватися дана інновація. Теоретичною основою даного етапу є роботи Дилленбурга і Джерманна [11]. Для кожного з цих критеріїв необхідно визначити контекст, у який вписується інновація.

Таким чином, для оцінки актуальності та рівня інтеграції інновації в навчальному контексті можна використовувати наступні критерії-питання:

- Інтеграція. Як організовані заходи, що інтегрують інновації та пропонуються студентам: індивідуально, у малих групах, у великих чи навіть на рівні університету?
- Придатність для всіх. Навчання, що включає інновації, можуть проводити всі викладачі, а не лише найдосвідченіші?
- Автономія. Який рівень самостійності студентів у цих видах діяльності?

- Тривалість. Скільки часу відведено для роботи з інструментом у межах діяльності ?
- Гнучкість. Наскільки інновація робить роботу студентів та/або викладача більш гнучкою (або обмеженою)?
- Безперервність. Наскільки інновація забезпечує кращу безперервність між різними видами навчальної діяльності?
- Прихильність. Наскільки інновація сприяє кращому залученню студентів? Чи бувають випадки, коли рівень залучення студентів дуже високий?
- Розподіл часу. Наскільки використання інновації дає змогу бути продуктивним і оптимальним з точки зору розподілу часу (тобто час, витрачений на викладання чогось, пропорційний його важливості в навчальній програмі)?
- Сумісність. Наскільки послідовності, що використовують інновацію, сумісні з навчальними послідовностями, які вже виконані без інновації (скільки роботи та часу потрібно, щоб їх адаптувати?)
- Довговічність. Чи можна легко підтримувати енергію та працю, вкладені в розробку та впровадження послідовностей, що інтегрують інновації, протягом кількох років?

### Висновки

Щоб розширити масштаби інновацій в освіті, потрібен чіткий проект, який має бути достатньо гнучким для використання в різноманітних контекстах і достатньо надійним, щоб зберігати ефективність в умовах, де, здавалося б, немає умов для успіху. Розробка інновацій для стійкості та масштабу є багатоетапним ітераційним процесом, який залучає викладачів як співоцінювачів та співпроектувальників. Без застосування стратегій, які створюють інновації, розроблені для масштабованості, освіта продовжуватиме витрачати значні ресурси на впровадження заходів, які зазнають невдачі, незважаючи на обіцянки. Сподіваємося, освітяни перейдуть до ґрунтовного проектування інноваційних технологій, щоб ділитися своїми успіхами.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. A. M. Huberman. Comment s'opèrent les changements en éducation: Contribution à l'étude de l'innovation. Unesco, BIE, Paris, 1973.
2. B. Albero, M. Linard, and J.-Y. Robin. Petite fabrique de l'innovation à l'université : Quatre parcours de pionniers. L'Harmattan, Paris, 2008.
3. D. Bédard and J.-P. Béchar. Innover dans l'enseignement supérieur. P.U.F., Paris, 2009.
4. Dede, C., Honan, J., & Peters. L., (Eds). Scaling Up Success: Lessons Learned from Technology-Based Educational Improvement. New York: Jossey-Bass, 2005.
5. P. Dessus. Designing cognitive tools for teaching: A knowledge-based model, pages 87–96. Sense Publishers, Rotterdam, 2006.
6. Moore, G. A., Crossing the chasm: Marketing and selling high-tech products to mainstream customers. New York: HarperBusiness, 2006.
7. Coburn C. E., Rethinking scale: Moving beyond numbers to deep and lasting change. Educational Researcher 2003, 32(6), pp. 3-12.
8. Wiske, M.S., & Perkins, D., Dewey Goes Digital: Scaling Up Constructivist Pedagogies and the Promise of New Technologies. In C. Dede, J. Honan, & L. Peters, (Eds.), Scaling Up Success: Lessons Learned from Technology-Based Educational Innovation. San Francisco: Jossey-Bass, 2005.
9. K. Popper. La connaissance objective. Flammarion, Paris, ed. originale, 1972, 1re éd. fr., 1991 edition, 1998.
10. . D. Vernant. L'innovation à l'aune des nanotechnologies. Revue de Métaphysique et de Morale, 2014, 83(3):327–340.
11. P. Dillenbourg and P. Jermann. Technology for classroom orchestration, Springer, New York, 2010, pp. 525–552.



**Кудрик Олексій Володимирович** — аспірант групи 126-21а, кафедра Автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [kudrikalex@gmail.com](mailto:kudrikalex@gmail.com).

**Хом'юк Ірина Володимирівна** – д. пед. н., професор, професор кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com).

**Kudryk Oleksiy Volodymyrovych** - post-graduate student of group 126-21a, Department of Automation and Intelligent Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kudrikalex@gmail.com](mailto:kudrikalex@gmail.com).

**Khomyuk Irina V.** – Doctor of Science (Ped.), Professor of Higher Mathematics Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [vikiraivh@gmail.com](mailto:vikiraivh@gmail.com)

## **СКЛАДОВІ ІННОВАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СУЧАСНОГО ВИКЛАДАЧА ЗВО**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*В роботі визначено, що джерелами підготовки інноваційної діяльності є питання розвитку особистості, професійної орієнтації, професійної освіти, зростання та самовиховання професійної автономії викладача. Виділено складові інноваційної компетентності сучасного викладача ЗВО та чинники, які впливають на її розвиток.*

**Ключові слова:** інновація, інноваційна діяльність, інноваційна компетентність педагога.

### **Abstract**

*The article identifies that the sources of preparation for innovation are issues of personal development, vocational guidance, vocational education, growth and self-education, professional autonomy of the teacher. The components of the innovative competence of a modern teacher of freelance education and the factors influencing its development are highlighted.*

**Key words:** innovation, innovative activity, innovative competence of a teacher.

### **Вступ**

Сьогодні освіта стоїть перед альтернативою: відчай чи рішучість, підніматися по сходинках останнього потяга та прискоритися до нового світу високотехнологічного, інноваційного та розвинутого, або залишатися на технологічній платформі позаду.

Для того, щоб було розпочато процес так званого інноваційного розвитку педагогічної системи, діяльності, потрібно розвивати підходи та удосконалювати процеси викладання. Саме компетентність викладача зумовлює важливу роль у освітньому процесі. Для навчання висококваліфікованих фахівців, які в майбутньому мають виконувати ту або іншу важливу роботу, потрібні правильні інноваційні педагогічні підходи, які дадуть змогу по максимуму покращити освітній процес і підвищити якість навчання.

Мета роботи – визначити основні складові інноваційної компетентності сучасного викладача ЗВО та визначити чинники, що впливають на її розвиток.

### **Результат дослідження**

Основною і важливою якістю педагога є умови успішності його як професіонала та готовність до інноваційної діяльності.

Джерелами підготовки інноваційної діяльності є питання розвитку особистості, професійної орієнтації, професійної освіти, зростання та самовиховання, професійної автономії викладача. Підготовка до інноваційної педагогічної діяльності формується в педагогічній практиці, акумулюючи все накопичене в теорії та вищій школі [1].

На жаль, не зважаючи на розвиток технологій та різних гаджетів, традиційна освіта залишається більш непорушною та неспроможною із застарілими підходами та педагогами які зациклилися на напрацьованому роками матеріалі, через що неспроможна сформування активно мобільних випускників, що могли самостійно та незалежно приймати обґрунтовані рішення та швидко реагувати і перекваліфіковуватись відносно існуючим потребам на ринках праці та самостійно розвиватися у світі.

Саме тому, в Україні, конче необхідні інноваційно компетентні викладачі, педагоги, які можуть застосувати найбільш раціональні підходи в освітній діяльності. Питання про

інноваційні процеси розглядаються в роботах багатьох дослідників. І різні підходи і технології не є таємницею та існують у загальному доступі. Потрібно реалізувати та вирішити низку проблематичних моментів та задач. Під час процесу модернізації освіти за допомогою засвоєння інновацій, процеси можуть проходити стадії:

- виявлення потреб у зміні (виявлення проблеми);
- розробки ідеї вирішення проблеми;
- розробки способу вирішення проблеми (нововведення);
- апробації і експертизи нововведення;
- засвоєння нововведення;
- інституалізації нововведення.

Зважаючи на перераховані стадії, можна побудувати схематично структуру інноваційного процесу в галузі вищої освіти.

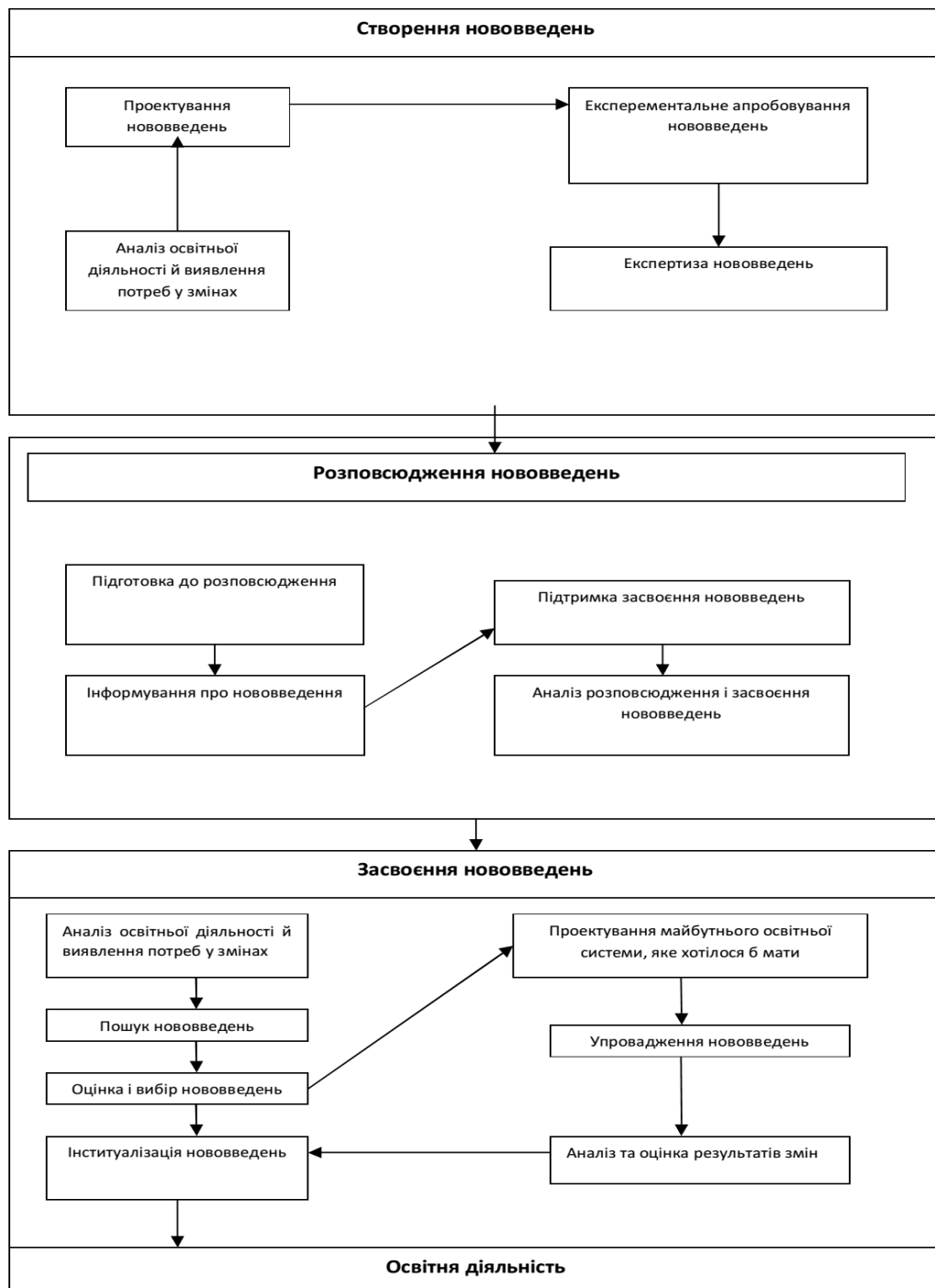


Рис. 1 – Структура інноваційного процесу в галузі вищої освіти

Процес впровадження інновацій конче необхідний, але для новизни і активної діяльності педагога потрібна певна складова. Інноваційна компетентність суб'єкта, за В. Поздняковим, характеризується не менш як двома складовими:

- інноваційним баченням основних одиниць, що прийняті у цій сфері діяльності;
- здатністю до продуктивної відповідно до мети зміни елементів інноваційної діяльності та об'єкта загалом [2].

Як вважають науковці О. Євдокімова та Н. Алексеєнко [3], інноваційна компетентність фахівця є тією обов'язковою компетенцією, без наявності якої унеможливується ефективно виконання професійної діяльності особистістю, оскільки потребує від неї готовності до змін у зв'язку з постійними нововведеннями та модернізаціями, що відбуваються в суспільстві.

Зміст інноваційної компетентності вчителя І. Дичківська [4] розкриває через інтегрування мотивів, знань, умінь, навичок, особистісних якостей педагога, що забезпечують ефективність використання нових педагогічних технологій. Л. Петриченко [5] у своїх наукових доробках розширює це визначення, вважаючи, що всі компоненти інноваційної компетентності мають забезпечувати здійснення педагогом усіх етапів інноваційної діяльності.

На нашу думку, компонентами інноваційної компетентності викладача є:

- аксіологічна-мотивація;
- процесуальна-діяльність;
- дослідницька-рефлексія;
- творчий підхід;
- організаційна-впроваджувальна діяльність.

Розробка та реалізація способів розв'язання проблем – є нічим іншим як проектування нововведення. Розроблене або перейняте нововведення має пройти експериментальну апробацію, свого роду застосування на практиці в освітньому процесі ЗВО, в результаті якої після отриманих результатів в нього можуть бути внесені корективи. Використання нововведення підвищує освітню діяльність і розвиток як студентів, так і педагога.

На розвиток на інноваційної компетентності викладача ЗВО впливають певні чинники. До них ми відносимо шире прагнення викладачів до постійного самовдосконалення в професійній діяльності, їх бажання розвиватися самим і спрямовувати до саморозвитку студентів. Це дасть можливість мотивовано долати антиінноваційні бар'єри, підвищувати культуру управління освітнім процесом, ефективно впроваджувати інновації, вибираючи їх під конкретну дисципліну.

## ВИСНОВКИ

Інноваційна діяльність викладача слугує ключем для покращення результатів навчання студентів. Якість освіти на пряму залежить від різних навчальних технологій і організації освітнього процесу. Таким чином, інноваційна компетентність викладача ЗВО спрямовується на розвиток творчих здібностей, бачення нових шляхів розв'язання проблем, відкриття нових можливостей.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інноваційна діяльність педагога: від теорії до успіху. Інформаційнометодичний збірник Упорядник Г.О. Сиротенко. – Полтава: ПОШПО, 2006. –124 с.
2. Інноваційні технології в освітньому процесі : монографія [Електронний ресурс] / І. В. Хом'юк, В. А. Петрук, О. А. Голюк та ін.– Вінниця : ВНТУ, 2020. – 88 с.
3. Євдокімова О.О., Алексеєнко Н.В. Інноваційна компетентність як професійно важлива риса сучасного фахівця. URL: <http://dspace.univd.edu.ua/xmlui/handle/123456789/2445>
4. Дичківська І.М. Інноваційні педагогічні технології / І.М. Дичківська. – Київ : Академвидав, 2004. 352 с.
5. Петриченко Л.О. Концептуальні підходи до формування готовності майбутнього вчителя до інноваційної діяльності/ Л.О.Петриченко //Теорія та методика навчання та виховання. – № 8. – 2008. С. 131–142.

**Басістий Віталій Олександрович**, аспірант, Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, E-mail: [vital.bass1@gmail.com](mailto:vital.bass1@gmail.com).

**Хом'юк Ірина Володимирівна**– д. пед. н., професор, професор кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [vikiravvh@gmail.com](mailto:vikiravvh@gmail.com)

**Bassist Vitaliy Oleksandrovych**, graduate student, Vinnytsia National Technical University, Faculty of Heat Power Engineering and Gas Supply, E-mail: [vital.bass1@gmail.com](mailto:vital.bass1@gmail.com).

**Khomyuk Irina V.**– Doctor of Science (Ped.), Professor of Higher Mathematics Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [vikiraivh@gmail.com](mailto:vikiraivh@gmail.com)

# ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МОЗКОВОГО ШТУРМУ ПІД ЧАС ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ НА ЗАНЯТТЯХ З ДИСЦИПЛІНИ «ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ»

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*У роботі висвітлюється авторський досвід використання технології «мозкового штурму» в процесі вивчення дисципліни «Об'єктно-орієнтоване проектування» в технічному ЗВО. Сучасні педагогічні та психологічні технології, професійна майстерність і досвід викладача – ось ті складові, які забезпечують ефективність процесу навчання. Демонструється приклад заняття з теми «Структури даних. Види та застосування».*

**Ключові слова:** мозковий штурм, структури даних, комерційна розробка.

## *Abstract*

*The author's experience of using interactive technologies in the process of studying the discipline «Object oriented projecting» in the technical university is covered in the work. Modern pedagogical and psychological technologies, professional skills and experience of the teacher - these are the components that ensure the effectiveness of the learning process. An example of the lesson on «Data structures. Types and usability» is shown.*

**Keywords:** brainstorm, data structures, software development.

## **Вступ**

Технічний та соціальний прогрес в сучасному світі вплинув майже на усі сфери життя. Не виключенням є і освітній процес, який зазнав значних змін в розрізі нових технологій навчання, методів та засобів підготовки фахівців усіх галузей та напрямків. Сучасні технології навчання здатні орієнтуватись як на широку аудиторію, так і на невеликі групи слухачів. Практика показує, що застосування інтерактивних, соціальних та психологічних технологій в поєднанні можуть значно розширювати потенціал студента, що бажає отримати максимум знань за як найменший проміжок часу.

Оскільки одним із головних завдань предмету вивчення є засвоєння інформації студентом, а однією із найбільш ціннісних характеристик інформації є – актуальність, то предмет постійно поповнюється новим матеріалом та новітніми розробками. Для постійного оновлення програми дисципліни, необхідно, щоб викладач отримував практичний досвід застосування даного матеріалу. Але оскільки фізично можливості педагога навіть міжнародного рівня обмежені робочим часом, повний огляд предмету вивчення, потребує технологій на зразок мозкового штурму, що зарекомендував себе як дієвий засіб для опанування навчального матеріалу учасником штурму завдяки пасивному аналізу речей під час мозкового штурму.

Значної популярності набула технологія мозкового штурму під час вирішення нестандартних завдань та пошуку нових рішень чи ідей для реалізації запланованих речей.

Сучасні розробки методів навчання в професійній підготовці фахівців можна знайти у працях Н. В. Борисової, В. А. Петрук, М. В. Кларина, І. В. Хом'юк, А. М. Мартинець, Л. В. Пироженко, О. І. Пометун та інших [1, 2, 3].

## **Результати дослідження**

Важливою та невід'ємною умовою застосування технології мозкового штурму є можливість варіативності подання навчального матеріалу, а також відсутність однотипного матеріалу у вигляді переважаючої термінології, теорем, постулатів, законів та аксіом, що не потребують доведення. Виконання даних умов, забезпечує можливість використання технології мозкового штурму для збільшення обсягу навчального матеріалу за час вивчення теми, шляхом залучення студента в якості генератора ідей чи властивостей матеріалу, що забезпечує нестандартне проведення занять, вдалий вибір методів викладання [2, 3].

Наведемо приклад використання технології мозкового штурму в процесі вивчення майбутніми інженерами однієї із тем дисципліни «Структури даних. Види та застосування», які ми

використовуємо у технічному ЗВО.

*Практичне заняття на тему: «Структури даних. Види і застосування».*

**Мета:** освітня – підвищити рівень засвоєння знань, розвивати вміння та навички застосування структур даних для вирішення комплексних задач в сфері розробки програмного забезпечення;  
розвивальна – розвивати прагнення до більш глибокого вивчення матеріалу, пам'ять, увагу, спостережливість, логічне мислення, активність і самостійність студентів, прагнення до самоосвіти;  
виховна – сприяти формуванню наукового світогляду студентів, виховувати самостійність, відповідальність, вміння презентувати свої знання та працювати в команді.

### **I. Організаційна частина**

(привітання, перевірка відсутніх, моральне налаштування на роботу)

### **II. Актуалізація опорних знань**

**2.1** Проводиться у формі вікторини (опитування).

**1.** Що таке структура даних?

**2.** Які типи даних ви знаєте?

**3.** Які переваги та недоліки «масиву» та «списку» для задачі формування словника?

**4.** Визначте структури даних із складністю зчитування елемента  $O(1)$

### **III. Мозковий штурм «Структури даних. Словник»**

**3.1** Студенти повинні підготуватись до заняття, а саме розташуватись у вигляді двох кіл. Завдання для аналізу подає викладач. Першій групі студентів надається визначення поняття «словника», а також методів, які можна застосувати до даної структури даних. Друга група отримує завдання – знайти максимальну кількість можливостей застосування даної структури даних. Для вирішення даних задач, студентам надається 15 хвилин.

**3.2** По завершенню, учасники групи формують список тез, які обговорюються на предмет доцільності, причому автор має аргументовано пояснити доцільність та цінність власної тези вербально чи демонстративно (графіки, схеми, псевдо-код). Після чого, дві групи об'єднуються і намагаються у вигляді псевдо-коду, записати структуру даних та навести частини реалізації методів даної структури даних.

*Завдання для кожного:*

Формування двох-трьох контр-аргументів щодо тез інших учасників.

### **IV. Відео зал.**

(Демонстрація відео «Приклади використання словникових структур даних для обробки текстових даних»)

Завдання студентам: переглянувши дане відео, скласти по одному запитанню до теми і по-черзі потрібно дати відповіді на них.

### **V. Повідомлення домашнього завдання.**

**5.1** Підготувати комп'ютерні програми:

- Реалізація CRUD структури даних словника.

- Частковий пошук в словнику.

- Реалізація умовного пошуку в словнику.

## **Висновки**

Отже, проведене таким чином заняття, сприяє розвитку умінь роботи в команді, отриманні теоретичних та практичних знань, які здобуті спільними зусиллями усіх учасників мозкового штурму, що не лише збільшує обсяг засвоєних знань, але й покращує вміння відстоювати свою позицію. Використання інтерактивних технологій, включаючи мозковий штурм, в освітньому процесі передбачає наявність мотиваційної, змістової і операційної сторін пізнавальної діяльності студентів. Мотиваційна сторона характеризується прагненням пізнати, цілеспрямованим пошуком; змістова – усвідомленням і розумінням практичної ролі пізнання; операційна – використанням засвоєних і формулюванням нових розумових операцій з поступовим підвищенням рівня їх складності і посиленням самостійності студентів у процесі навчання.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Інтерактивное обучение: новые подходы // Відкритий урок. – 2002. – № 5–6. – С. 4–6.

2. Хом'юк І.В. Впровадження інтерактивних технологій у процес викладання фундаментальних дисциплін у технічному ВНЗ / І.В.Хом'юк, В.А.Петрук, В.В.Хом'юк // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К. : ВІКНУ, 2013. – Вип. № 41. – С. 81–85.

3. Петрук В. А. Інтерактивні технології навчання вищої математики студентів технічних ВНЗ / В. А. Петрук, І. В. Хом'юк, В. В. Хом'юк // Навчально-методичний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2012. – 93 с.

**Кудрявцев Дмитро Станіславович** – аспірант кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [2kn15b.kudryavtsev@gmail.com](mailto:2kn15b.kudryavtsev@gmail.com).

**Хом'юк Ірина Володимирівна** – д. пед. н., професор, професор кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [yikiravvh@gmail.com](mailto:yikiravvh@gmail.com);

**Kudryavtsev Dmytro S.** – Aspirant of the Department of Computer Science, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [2kn15b.kudryavtsev@gmail.com](mailto:2kn15b.kudryavtsev@gmail.com).

**Khomyuk Irina V.** – Doctor of Science (Ped.), Professor of Higher Mathematics Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [yikiravvh@gmail.com](mailto:yikiravvh@gmail.com);



## ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ СТУДЕНТІВ НА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТТЯХ З ДИСЦИПЛІНИ «КОШТОРИСНА СПРАВА»

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

У роботі висвітлюється авторський досвід використання інноваційних технологій в процесі вивчення дисципліни «Кошторисна справа» в технічному ЗВО. Інноваційна діяльність у широкому розумінні передбачає систему взаємопов'язаних видів будь-якої індивідуальної або колективної діяльності. Демонструється приклад практичного заняття з теми «Кошторисна справа. АВК-5. Розгляд перших кроків при підрахунку кошторису».

**Ключові слова:** інноваційні технології; кошторис; ціноутворення.

### Abstract

The author's experience of using innovative technologies in the process of studying the discipline "Budgeting" in technical universities is highlighted in the work. Innovative activity in a broad sense involves a system of interrelated types of any individual or collective activity. An example of a practical lesson on the topic "Estimates. AVK-5. Consideration of the first steps in calculating the budget..

**Keywords:** innovative technologies; estimate; pricing.

### Вступ

В даний час, інновації у педагогічній сфері мають бути орієнтовані на розвиток самостійності студентів, формуванні їх здібностей до самонавчання та саморозвитку, усвідомленому, а не механічному засвоєнню навчальних програм.

Інноваційна освітня технологія – це система, що складається із трьох взаємопов'язаних складових:

1. Компетентнісний підхід, що забезпечує розвиток навичок та умінь студентів, що передається за допомогою сучасних засобів комунікацій.
2. Сучасні методи навчання – активні та інтерактивні методи формування компетенцій, суть яких зводиться до взаємодії студентів в освітньому процесі.
3. Сучасна інфраструктура навчання, заснована на інформаційній, технологічній, організаційній та комунікаційній особливостях надання інформації студенту [1].

### Результати дослідження

Важливою та умовою застосування інноваційних технологій є креативність та ініціатива самого викладача, що забезпечує нестандартне проведення занять, вдалий вибір методів викладання [2; 3; 4; 5].

Наведемо приклад використання інтерактивних технологій в процесі вивчення майбутніми інженерами однієї із тем дисципліни «Кошторисна справа», які ми використовуємо у технічному ЗВО.

*Розробка практичного заняття на тему: «Кошторисна справа. АВК-5. Розгляд перших кроків при підрахунку кошторису».*

Мета заняття:

- освітня – сформулювати поняття: кошторисна вартість, договірна ціна, податок на додану вартість, одинична розцінка; пояснити: етапи роботи з кошторисами; розглянути: додавання одиничних розцінок, створення нових матеріалів та встановлення ціни на них;
- розвивальна – розвиток логічного мислення, чіткого розуміння взаємозв'язку «будівництво-ціна»;

Тип заняття: практичне заняття.

Застосовано інноваційні технології: показ презентації за допомогою проектора, демонстрація власного екрану під час роботи.

Хід заняття

I. Організаційний етап (привітання, перевірка відсутніх, моральне налаштування на роботу).

II. Актуалізація опорних знань.

141

2.1. Проводиться у формі повторення матеріалу минулого заняття.

### III. Мотивація навчальної діяльності.

3.1. Викладач наводить приклади з реальними випадками використання кошторисів на підприємстві.

3.2. Із застосування технології «кейс-метод» роз'яснюємо студентам корисність практичного розуміння складу ціни будь-якого продукту в житті та особистий досвід роботи кошторисника.

Знаючи, з чого складається ціна довільного продукту, можна приблизно спрогнозувати зріст або падіння цін.

- Існують випадки, коли фірма-підрядник вже зробила деяку роботу для замовника і отримала за це кошти. Але кошти потрібно провести по бухгалтерії. Для цього часто потрібно швидко скласти кошторис на конкретну суму.
- Буває, що договір підписано на одну суму, а вартість кошторисних робіт виходить інша. Найчастіше, щоб не заключати додатковий договір і уникнути бюрократії кошторис «підганяють» до потрібної суми копія-в-копію.

### IV. Вивчення нового матеріалу.

Роз'яснення різниці між вкладками «кошторисні документи» та «договірна ціна» в ПК АВК-5. Роз'яснення структури НДІ. [6].

Презентація із застосуванням проєктора.

V. Застосування знань, умінь та навичок.

#### 5.1. Робота за комп'ютером.

Із застосуванням демонстрації власного екрана як наглядного прикладу роз'яснюємо хід роботи. На власному прикладі показуємо як створити нову будову, вибрати параметри та налаштувати необхідні коефіцієнти. Далі пояснюємо як шукати необхідні одиничні розцінки в НДІ. Демонструємо створення нового матеріалу та задання ціни.

Кожен із студентів отримує картку з завданням, яке потрібно виконати і зберегти у власній папці.

#### 5.2. Принцип підрахунку кошторису на практиці.

Студенти розбиваються на групи з 2 чоловік. Один підраховує об'єми робіт, інший тим часом шукає розцінки в НДІ. Змінюються по черзі для більш глибокого засвоєння практики.

Студенти додають матеріали в кошторис відповідно завданню.

Виводять документи з готовим кошторисом.

#### 5.3. Розбір нарахування ПДВ та ЗП.

Студенти наводять аналітику по виконаним кошторисним документам та підраховують відрядження.

### VI. Підбиття підсумків заняття.

6.1. Викладач перевіряє виконані завдання студентами.

6.2. Домашнє завдання.

1. Студенти отримують картки з більш розширеним завданням, ніж на уроці.

2. Самостійно спробувати створити кошторис по отриманому завданню.

## Висновки

Отже, сьогодні у ЗВО застосовуються різні інноваційні технології. Це пов'язано як із традицією викладання, так і з статусом самого освітнього закладу. Цінність інноваційної діяльності для особистості пов'язана з можливістю самовираження, застосування своїх здібностей студентами.

Заняття, проведене із представленням студентам власного досвіду, сприяє розвитку необхідних у майбутній роботі умінь та навичок кошторисника та практичному розумінню суті роботи кошторисника.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондаренко Н.В. Педагогічні технології // Гуманітарні технології. – Київ, 1994. С. 30 -59
2. Хом'юк І.В. Модернізація лекційних занять з вищої математики в освітньому середовищі технічних ВНЗ/ І.В.Хом'юк //Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2015. – Вип. № 50. – С 356 – 362.
3. Хом'юк І.В. Впровадження інтерактивних технологій у процес викладання фундаментальних дисциплін у технічному ВНЗ / І.В.Хом'юк, В.А.Петрук, В.В.Хом'юк // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К. : ВІКНУ, 2013. – Вип. № 41. – С. 81–85.
4. Петрук В. А. Інтерактивні технології навчання вищої математики студентів технічних ВНЗ / В. А. Петрук, І. В. Хом'юк, В. В. Хом'юк // Навчально-методичний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2012. – 93 с.
5. О. О. Мотруніч // Проблеми вищої школи. Інновації в освіті та виробництві. Комп'ютерні

технології в освіті та виробництві. – С. 43–44. – URL : [http://www.kdu.edu.ua/statti/Tezi/Tezi\\_2012/43.pdf](http://www.kdu.edu.ua/statti/Tezi/Tezi_2012/43.pdf)  
6. Ціноутворення і кошторисна справа в будівництві. Stud.com.ua. – URL :  
[https://stud.com.ua/18989/ekonomika/tsinoutvorennya\\_koshtorisna\\_sprava\\_budivnitstvi](https://stud.com.ua/18989/ekonomika/tsinoutvorennya_koshtorisna_sprava_budivnitstvi)

***Сівак Катерина Костянтинівна*** – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [lemishko.katya@gmail.com](mailto:lemishko.katya@gmail.com).

***Sivak Kateryna K.*** – Graduate Student of the Department of Construction, Municipal Economy And Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [lemishko.katya@gmail.com](mailto:lemishko.katya@gmail.com).

## Формування професійних компетентностей майбутніх фахівців фізико-математичного профілю в умовах STEM-освітнього середовища

*Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка*

### **Анотація:**

*Досліджується проблема управління процесами формування природничо-наукової компетентності майбутніх фахівців споріднених напрямів фізико-математичного профілю при вивченні вибіркових дисциплін в умовах STEM-орієнтованого навчального середовища для забезпечення їх конкурентоздатності на ринку праці. Порівнюється готовність практичного використання різнопланових природничих знань і наукових понять при розв'язанні технічно складних завдань студентами різного профілю.*

## Formation of professional competencies of future specialists in physics and mathematics in the STEM-educational environment

### **Abstract:**

*The problem of managing the processes of formation of natural science competence of future specialists in related fields of physics and mathematics in the study of elective disciplines in a STEM-oriented learning environment to ensure their competitiveness in the labor market. The readiness of practical use of various natural knowledge and scientific concepts in solving technically complex problems by students of different profiles is compared.*

**Ключові слова:** *підготовка фахівців фізико-математичного профілю; STEM-орієнтоване навчання; природничо-наукова компетентність*

**Keywords:** *training of specialists in physics and mathematics; STEM-oriented education; natural science competence*

Безумовно, що природничо-наукова компетентність та світогляд фахівців фізико-математичного профілю набувають сьогодні неабиякого значення. Для його успішного формування все більше педагогів спрямовують свої зусилля на новий тренд в галузі освіти – STEM-освіту. Зокрема, у нашому університеті цим напрямом зацікавилися науковці школи П. Атаманчука (див., наприклад, [1]).

Розумово-пізнавальні і творчі якості майбутніх фахівців визначають конкурентну спроможність на сучасному ринку праці. Сьогодні успішні роботодавці також ведуть конкурентну боротьбу за, так би мовити, «якісного» випускника. Стейкхолдери уважно відслідковують кожен пункт освітньо-професійних програм, запрошують студентів проходити виробничу практику у своїх організаціях, причому все частіше на конкурсній основі.

Особливо важливими постають висновки педагогічного творчого експерименту при викладанні різнопланових фахових вибіркових дисциплін. Була реальна можливість досліджувати, як студенти різних спеціальностей сприймають один і той же навчальний матеріал навчальної дисципліни «Сучасні комп'ютерні технології дослідження складних систем», який вибрали студенти спеціальностей 014 Середня освіта (Математика), 014 Середня освіта (Фізика), спеціальності 122 Комп'ютерні науки. Основне призначення курсу цього курсу – показати прикладний характер математичної теорії при розв'язанні різного роду складних задач, які виникають в різних областях науки, техніки і виробництва, закласти основи для математичного моделювання прикладних фізико-технологічних задач.

Запропонований предмет характеризується використанням провідного принципу STEM-освіти — міжпредметної інтеграції, що дозволяє здійснювати модернізацію методологічних засад, змісту, обсягу навчального матеріалу предметів природничо-математичного-технологічного циклу, технологізацію процесу навчання та формування навчальних компетентностей якісно нового рівня.

В ході експерименту встановлено, що студенти спеціальності Комп'ютерні науки мають хороші навички з математичного моделювання і готові їх використовувати на практиці при вирішенні будь-яких задач, що стосуються їх фаху. Студенти спеціальності Середня освіта (Фізика), маючи достатні знання фахового матеріалу, але не готові застосовувати їх у нестандартних ситуаціях. Як говорять психологи, перенасичення фактичними знаннями не дозволяє абстрагуватися і проявляти творчість.

Що стосується студентів спеціальності Середня освіта (Математика), то, очевидно, їм звичніше працювати з формалізованим об'єктами, а будувати математичні моделі, виходячи з фізичних реалій, вони ще не готові.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський : К-ПНУ ім. Івана Огієнка, 2019. – Вип. 24: STEM-інтеграція як важлива передумова управління результативністю та якістю фізичної освіти. – С. 7-10.

## ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ MAPLE у вивченні вищої математики для студентів технічних ЗВО

Вінницький національний технічний університет

**Анотація.** В статті розглядається актуальність використання математичного пакету Maple у освітньому процесі. Однією з проблем систематичного використання інформаційних технологій у навчанні вищої математики є дефіцит часу, для цього було запропоновано використання інформаційні технології під час дистанційного навчання. Тому актуально розглядати можливості різних видів програмних продуктів, що застосовуються при дистанційному навчанні, що дозволяють більш ефективно та якісно здійснювати освітній процес при віддаленому вивченні математичних дисциплін. Для дисциплін математичного циклу часто буває необхідно отримати наочне уявлення про досліджувані об'єкти та процеси, тому мультимедійні можливості застосовуваного програмного забезпечення мають велике практичне значення з погляду візуалізації навчального матеріалу при інтерактивній дистанційній роботі зі студентами.

**Ключові слова:** вища математика; система комп'ютерної математики; програма Maple; студенти технічного ЗВО.

**Abstract.** The article considers the relevance of using the mathematical package Maple in the educational process. One of the problems of the systematic use of information technology in the teaching of higher mathematics is the lack of time, for which the use of information technology during distance learning was proposed. Therefore, it is important to consider the possibilities of different types of software products used in distance learning, which allow more efficient and high-quality educational process in the remote study of mathematical disciplines. For disciplines of the mathematical cycle it is often necessary to get a clear idea of the studied objects and processes, so the multimedia capabilities of the software used are of great practical importance in terms of visualization of educational material in interactive distance work with students.

**Key words:** higher mathematics; computer mathematics system; Maple program; students of technical institution of higher education.

Поява систем комп'ютерної математики дало новий імпульс розвитку обчислювальної математики, зокрема лінійної алгебри [1]. В наші дні викладання вищої математики, а також проведення алгебраїчних досліджень важко уявити без використання такої сучасної системи комп'ютерної математики, як Maple [2].

Maple ~ це одна з найпотужніших систем комп'ютерної математики. Вона охоплює багато розділів з вищої математики і може застосовуватися як у системі освіти, так у серйозних наукових дослідженнях. Працювати з цією системою можна і в режимі інтерактивного діалогу, і шляхом співставлення та налагодження програм на спеціальній Maple -мові, орієнтованій на складні математичні обчислення.

Основу системи складає спеціальне ядро - програма символічних перетворень. У системі є понад 3000 команд, що охоплюють майже всі розділи з вищої математики. До неї також входить кілька спеціалізованих пакетів, орієнтованих на них, як правило, на конкретні розділи вищої математики або користувача: student, linalg та ін. Підключення пакета здійснюється за допомогою команди with, аргументом якої слугує ім'я пакета. Система Maple дозволяє модернізувати методику проведення практичних занять та оглядових лекцій з даного курсу для студентів технічних ЗВО [3].

Витрати навчального часу на придбання навичок роботи в системі Maple незначні. А що з'являється при цьому елемент дослідницької діяльності істотно підвищує інтерес студентів до дисципліни, що вивчається. Система Maple дає студентам можливість самостійно осмислити та відстежити основні теоретичні положення з дисципліни, перевірити правильність виконання домашніх завдань. Ця система допомагає уникнути рутинних обчислень, дає змогу отримати не тільки миттєва відповідь у стандартному завданні, а й у деяких випадках графічно представити одержаний результат. Використання системи звільняє час для більш глибокого вивчення вищої математики для наукових досліджень.

Основними цілями з використання комп'ютерного математичного пакета Maple при вивченні дисципліни: «Вища математика» для студентів технічних ЗВО є [4] :

- зробити процес навчання з вищої математики більше наочним, інтерактивним та цікавим, отже, ефективнішим;

- досягти більше тісного відповідності принципів структурного програмування логіки математичного мислення для розвитку алгоритмічного мислення та якісного засвоєння основ програмування у технічних ЗВО;

- посилити підготовку студентів в області алгоритмізації і програмування;

- розвинути системне мислення студентів та, тим самим, їх творчі та дослідні здібності, використовуючи аналітичні можливості комп'ютерного математичного пакету Maple і графічну інтерпретацію результатів програмування; навчити студентів створювати авторські програмні продукти на основ комп'ютерного математичного пакету Maple, технологій моделювання і проектного методу, активізуючи творчу і пізнавальну діяльність; Система Maple дає можливість використовувати модульно-рейтинговий підхід при оцінюванні знань та умінь студентів.

Розглянемо завдання з дисципліни: «Вища математика», для вирішення яких можна і доцільно використати систему комп'ютерної алгебри Maple.

**Завдання.** Визначити кількість дійсних коренів рівняння  $x^3 + ax + b = 0$ . Відділити ці корені і, застосовуючи метод хорд та дотичних, знайти їх наближене значення з точністю до 0.01.

```
> x^3+2*x+2 = 0;eq1:=8:
```

$$x^3 + 2x + 2 = 0$$

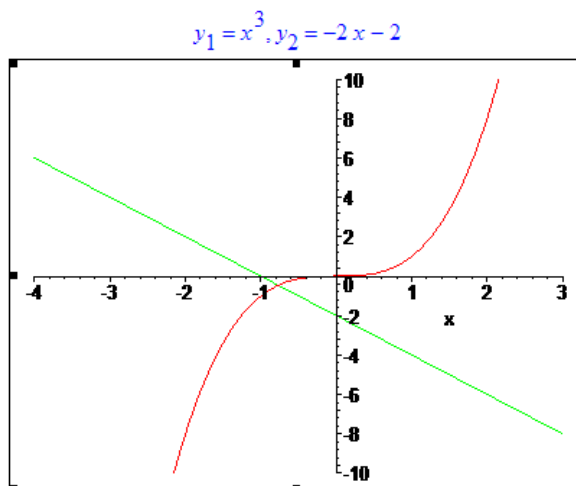
Побудуємо графік функцій  $y[1]=x^3$  і

```
> y1:=coeff(lhs(eq1),x,3)*x^3:
```

```
y2:=-coeff(lhs(eq1),x,1)*x^1-coeff(lhs(eq1),x,0):
```

```
y[1]=y1,y[2]=y2;
```

```
> plot([coeff(lhs(eq1),x,3)*x^3,-coeff(lhs(eq1),x,1)*x^1-coeff(lhs(eq1),x,0)],x=-4..3,-10..10);
```



Корінь рівняння належить відрізьку

```
> a1:=-10.0:b1:=10.0:[x[1],x[2]]=[a1,b1];
```

```
f(x)=lhs(eq1);z:= unapply(lhs(eq1),x):
```

```
[x1,x2]=[-10.0,10.0]
```

$$f(x) = x^3 + 2x + 2$$

### Метод хорд

```
> hordIt:=proc (expr, x1, x2)
  local iterat;
  iterat:=(x1*subs (x=x2, expr) -x2*subs (x=x1, expr) ) / (subs (x=x2, expr) -subs (x=x1, expr) ) ;
  unapply (iterat, x1, x2)
end:
F_hordIt:=hordIt (lhs (eq1) , x1, x2) :
x[ `*h` ]=(x[1]*f(x[2]) -x[2]*f(x[1])) / (f(x[2]) -f(x[1])) ;
x[ `*h` ]=F_hordIt (x[1], x[2]) ;
```

$$x_{*h} = \frac{x_1 f(x_2) - x_2 f(x_1)}{f(x_2) - f(x_1)}$$

$$x_{*h} = \frac{x_1 (x_2^3 + 2x_2 + 2) - x_2 (x_1^3 + 2x_1 + 2)}{x_2^3 + 2x_2 - x_1^3 - 2x_1}$$

Метод дотичних (за умови, що в точці  $x=x_2$  виконується умова  $f(x_2) * \left[ \frac{d^2 f(x)}{dx^2} \right]_{x=x_2} > 0$ )

```
> tangentIt:=proc (expr, x)
  local iterat;
  iterat:=x-expr/diff (expr, x) ;
  unapply (iterat, x)
end:
F_tangentIt:=tangentIt (lhs (eq1) , x) :
x[ `*d` ]=x[2] -f(x[2]) / [df(x)/dx] [x=x[2]] ;
x[ `*d` ]=F_tangentIt (x[2]) ;
```

$$x_{*d} = x_2 - \frac{f(x_2)}{\left[ \frac{df(x)}{dx} \right]_{x=x_2}}$$

$$x_{*d} = x_2 - \frac{x_2^3 + 2x_2 + 2}{3x_2^2 + 2}$$

```
> d_f_2a:=subs (x=a1, lhs (eq1) *diff (lhs (eq1) , x$2)) :
d_f_2b:=subs (x=b1, lhs (eq1) *diff (lhs (eq1) , x$2)) :
if d_f_2a>=0 then
  kd:=a1
elif d_f_2b>=0 then
  kd:=b1
else
  print(`Для застосування методу дотичних потрібно зменшити інтервал [a,b]`)
fi:
#plot ([lhs (eq1) , diff (lhs (eq1) , x$2) ] , x=-3..3) ;
Dt:=1:
#kh:=F_hordIt (a1, b1) ;
xL:=a1; xR:=b1:
i:='i':for i to 20 while Dt>0.01 do
  cat (`Ітерація ` , i) ; print (%) ;
  kh:=F_hordIt (xL, xR) ;
  kd:=F_tangentIt (kd) ; Dt:=abs (kh-kd) ;
  if kh<=kd then
    print ([x[ `*h` ] , x[ `*d` ] ] = [kh, kd] , abs (x[ `*d` ] -x[ `*h` ]) =Dt)
  else
    print ([x[ `*d` ] , x[ `*h` ] ] = [kd, kh] , abs (x[ `*d` ] -x[ `*h` ]) =Dt)
  fi;
  #print (x[ `*h` ] =kh, x[ `*d` ] =kd, abs (x[ `*d` ] -x[ `*h` ]) =Dt) ;
  if z(kd)*z(xL)>=0 then
    xL:=kd; xR:=kh
  else
    xL:=kh; xR:=kd
  fi;
od:
```



```
`Точне значення кореня:`;  
x[ `*` ]=fsolve (eq1 ,x) ;
```

Ітерація 1

$$[x_{*d}, x_{*h}] = [-6.629139073, -0.01960784314], \quad |-x_{*d} + x_{*h}| = 6.609531230$$

Ітерація 2

$$[x_{*d}, x_{*h}] = [-4.368327475, -0.06216325277], \quad |-x_{*d} + x_{*h}| = 4.306164222$$

Ітерація 3

$$[x_{*d}, x_{*h}] = [-2.847667436, -0.1499738971], \quad |-x_{*d} + x_{*h}| = 2.697693539$$

Ітерація 4

$$[x_{*d}, x_{*h}] = [-1.830193848, -0.3106628521], \quad |-x_{*d} + x_{*h}| = 1.519530996$$

Ітерація 5

$$[x_{*d}, x_{*h}] = [-1.183589708, -0.5348956641], \quad |-x_{*d} + x_{*h}| = 0.6486940439$$

Ітерація 6

$$[x_{*d}, x_{*h}] = [-0.8570759164, -0.7147916789], \quad |-x_{*d} + x_{*h}| = 0.1422842375$$

Ітерація 7

$$[x_{*d}, x_{*h}] = [-0.7753053680, -0.7679806069], \quad |-x_{*d} + x_{*h}| = 0.0073247611$$

Точне значення кореня:

$$x_* = -0.7709169971$$

Отже, можна сказати, що пакет програми Maple простий і зручний у використанні, не вимагає з боку викладача особливих зусиль для оволодіння та впровадження у навчальний процес. А його використання підвищує зацікавленість студентів та надає їм новий погляд на вищу математику.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Триус Ю. В. Інноваційні інформаційні технології у навчанні математичних дисциплін. *Інформатизація вищого навчального закладу*. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. с. 76–81.
2. Тютюнник О. І. Принципи вибору систем комп'ютерної математики для створення програмних засобів навчального призначення. *Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка*, 2013. 21 (280), с. 134–139.
3. Жалдак М. І. (2011). Використання комп'ютера в навчальному процесі має бути педагогічно виваженим і доцільним. *Комп'ютер у школі та сім'ї*, 2011. № 3, с.3–12.
4. Клеопа І.А. Застосування програми MAPLE при вивченні вищої математики під час дистанційного навчання для майбутніх фахівців галузі автоматизація та комп'ютерно- інтегровані технології в технічному ЗВО. *Журнал «Перспективи та інновації науки». Серія «Педагогіка»*. Київ, 2022. № 4(9), с. 167- 181.

**Клеопа Ірина Анатоліївна** - асистент кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, т. (067)9832099, e-mail: [paceka08@gmail.com](mailto:paceka08@gmail.com)

**Дубова Надія Борисівна**- асистент кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, т. (067)9271565

**Klieopa Iryna Anatoliivna** - assistant of the Department of Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University, tel. (067) 9832099, e-mail: [paceka08@gmail.com](mailto:paceka08@gmail.com)

**Dubova Nadiya Borysivna**- assistant of the Department of Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University, 21000, Vinnytsia, Khmelnytske Shosse, 95, tel. (067) 9271565

## ПРО ДЕЯКІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОЇ РОБОТИ З МАТЕМАТИКИ

<sup>1</sup> Технічний фаховий коледж Національного університету «Львівська політехніка»;

<sup>2</sup> Технічний фаховий коледж Національного університету «Львівська політехніка»

### *Анотація*

*Розглянуто деякі питання організації самостійної роботи студентів при вивченні математики.*

**Ключові слова:** СРС, методичне забезпечення СРС, електронний комплекс

Як свідчить досвід викладання вищої математики, кількості аудиторних годин, відведених на її вивчення, недостатньо для повноцінного вивчення матеріалу, оскільки від 50 до 70% програмного матеріалу виноситься на самостійне опрацювання. Якщо на лекціях студентів можна ознайомити зі всіма важливими відомостями: означеннями, теоремами, формулами (в основному, без доведень), то на практичних заняттях за такий час дуже складно виробити необхідні навички розв'язування задач. В таких умовах самостійна робота студентів (СРС) складає практично половину навчального часу і стає не менш важливою частиною роботи студента, ніж аудиторна. А під час дистанційного навчання частка самостійної роботи збільшується у рази.

*Теоретична функція СРС* передбачає самостійне вивчення певних тем чи питань, які не включені в аудиторні заняття, опрацювання усієї необхідної теорії з предмету.

*Практична функція СРС* передбачає розв'язування типових задач з тем, які не виносяться на заняття і вироблення навичок розв'язування всіх типів задач, передбачених програмою.

Роль викладача в організації СРС полягає у: – *плануванні СРС* в межах кожного змістового модуля; – *розробці* індивідуальних завдань, у тому числі і професійного спрямування; – *методичному забезпеченні*: підготовці конспектів лекцій, методичних рекомендацій, вказівок по виконанню індивідуальних завдань розрахункових робіт; – *інформуванні* студентів про види роботи, які необхідно виконати у рамках цього модуля, формах оцінювання, забезпеченість методичними матеріалами, літературою; – організації *консультування* по питаннях виконання завдань самостійної роботи.

Для успішної реалізації теоретичної функції СРС найбільш важливим, на нашу думку, є її методичне забезпечення. Наприклад, у СРС студентів Технічного коледжу ефективно працює “Навчальний довідник у таблицях”. У довіднику системно і компактно викладено базові поняття всіх розділів Вищої математики, передбачених навчальною програмою: “Лінійна алгебра та аналітична геометрія”, “Границя і неперервність функції”, “Диференціальне та інтегральне числення функції однієї та багатьох змінних”, “Ряди. Ряди Фур'є”, “Диференціальні рівняння”.

Довідковий матеріал містить формулювання основних понять, означень, властивостей, формули, методи та покрокові схеми розв'язування типових задач. Подання матеріалу в таблицях полегшує запам'ятовування, допомагає систематизувати як аудиторну, так і самостійну роботу студента протягом всього вивчення курсу, структурувати матеріал, дає можливість нагадати і знайти необхідну інформацію як при вивченні наступних розділів, так і при підготовці до тематичного контролю, заліків, іспитів.

Наведемо декілька фрагментів Довідника.

### Тема "Елементи векторної алгебри"

<p><b>↗ Використання векторної алгебри для обчислення геометричних та фізичних величин</b></p>		
<p>Косинус кута між векторами <math>\vec{a}(a_x, a_y, a_z)</math> та <math>\vec{b}(b_x, b_y, b_z)</math></p>	$\cos \varphi = \frac{(\vec{a} \cdot \vec{b})}{ \vec{a}  \cdot  \vec{b} } = \frac{a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z}{\sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \cdot \sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2}}$	
<p>Площа трикутника ABC, де <math>\vec{a} = \vec{AB}</math>, <math>\vec{b} = \vec{AC}</math></p>	$S = \frac{1}{2} \cdot  \vec{a} \times \vec{b}  = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\begin{vmatrix} a_y & a_z \\ b_y & b_z \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} a_x & a_z \\ b_x & b_z \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} a_x & a_y \\ b_x & b_y \end{vmatrix}^2}$	
<p>Площа паралелограма, побудованого на векторах <math>\vec{a}(a_x, a_y, a_z)</math> та <math>\vec{b}(b_x, b_y, b_z)</math></p>	$S =  \vec{a} \times \vec{b}  = \sqrt{\begin{vmatrix} a_y & a_z \\ b_y & b_z \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} a_x & a_z \\ b_x & b_z \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} a_x & a_y \\ b_x & b_y \end{vmatrix}^2}$	
<p>Об'єм піраміди, побудованої на векторах <math>\vec{a}(a_x, a_y, a_z)</math>, <math>\vec{b}(b_x, b_y, b_z)</math>, <math>\vec{c}(c_x, c_y, c_z)</math>, зведених до одного початку</p>	$V_{nir.} = \frac{1}{6} \text{mod}(\vec{a} \cdot [\vec{b} \times \vec{c}]) = \frac{1}{6} \text{mod} \begin{vmatrix} a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \\ c_x & c_y & c_z \end{vmatrix}$	
<p>Об'єм паралелепіпеда, побудованого на векторах <math>\vec{a}(a_x, a_y, a_z)</math>, <math>\vec{b}(b_x, b_y, b_z)</math>, <math>\vec{c}(c_x, c_y, c_z)</math>, зведених до одного початку</p>	$V_{narp.} = \text{mod}(\vec{a} \cdot [\vec{b} \times \vec{c}]) = \text{mod} \begin{vmatrix} a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \\ c_x & c_y & c_z \end{vmatrix}$	
<p>Висота <math>\Delta ABC</math> <math>h_A = \frac{ \vec{a} \times \vec{b} }{ \vec{b} - \vec{a} }</math></p>	<p>Висота піраміди <math>h = \frac{3V_{nir.}}{S_{осн.}}</math></p>	<p>Висота паралелепіпеда <math>h = \frac{V_{narp.}}{S_{осн.}}</math></p>
<p>Робота постійної сили <math>\vec{F}(F_x, F_y, F_z)</math> на прямолінійному шляху <math>\vec{S}</math></p>	$A = (\vec{F} \cdot \vec{S}) = F_x \cdot (x_2 - x_1) + F_y \cdot (y_2 - y_1) + F_z \cdot (z_2 - z_1), \quad \text{де}$ $\vec{S} = \vec{MN}, \quad \text{де } M(x_1, y_1, z_1) \text{ – початкова точка, } N(x_2, y_2, z_2) \text{ – кінцева точка}$	

<p>Момент сили  <math>\vec{F}(F_x, F_y, F_z)</math>,  прикладеної в точці  <math>B(x_B, y_B, z_B)</math> відносно  довільної точки  <math>A(x_A, y_A, z_A)</math></p>	$\vec{M}_A \vec{F} = [\vec{AB} \times \vec{F}] = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ x_B - x_A & y_B - y_A & z_B - z_A \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix}$
---	---

## Тема “Числові ряди”

<b>↗ Знакозмінні числові ряди</b>	
<b>Схема дослідження знакочередового ряду <math>\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n u_n</math> на збіжність</b>	
<b>п.1.</b>	якщо $\lim_{n \rightarrow \infty} u_n \neq 0 \Rightarrow$ ряд розбіжний; якщо $\lim_{n \rightarrow \infty} u_n = 0 \Rightarrow$ переходимо до <b>п.2</b> $\Downarrow$
<b>п.2.</b>	якщо ряд $\sum_{n=1}^{\infty}  u_n $ – збіжний, то ряд $\sum_{n=1}^{\infty} u_n$ – абсолютно збіжний; якщо ряд $\sum_{n=1}^{\infty}  u_n $ – розбіжний $\Rightarrow$ переходимо до <b>п.3</b> $\Downarrow$
<b>п.3.</b>	якщо ряд $\sum_{n=1}^{\infty} u_n$ є рядом Лейбніца, то ряд збігається умовно.
Зауваження 1. Якщо знаходження $\lim_{n \rightarrow \infty} u_n$ викликає труднощі, то починаємо з <b>п.2</b> .	
Зауваження 2. Для перевірки умов <b>п.2</b> . використовують достатні ознаки збіжності знакододатних рядів.	

## Тема “Диференціальні рівняння”

<b>↗ Системи диференціальних рівнянь</b>	
<b>Система ДР</b> – сукупність рівнянь, в кожне з яких входить незалежна змінна $t$ , шукані функції $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ та їх похідні $\frac{dx_1}{dt}, \frac{dx_2}{dt}, \frac{dx_3}{dt}, \dots, \frac{dx_n}{dt}$	
<b>Нормальна система лінійних відносно <math>x_1, x_2, x_3, \dots, x_n</math> ДР з сталими коефіцієнтами</b> (всі рівняння розв’язані відносно похідних):	
$\frac{dx_i}{dt} = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + f_i(t), \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$	
<b>лінійна однорідна</b>	<b>лінійна неоднорідна</b>
$\frac{dx_i}{dt} = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$	$\frac{dx_i}{dt} = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + f_i(t), \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$
<b>Система двох лінійних ДР із сталими коефіцієнтами:</b>	
<b>однорідна</b>	<b>неоднорідна</b>
$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = a_{11}x + a_{12}y \\ \frac{dy}{dt} = a_{21}x + a_{22}y \end{cases}$	$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = a_{11}x + a_{12}y + f_1(t) \\ \frac{dy}{dt} = a_{21}x + a_{22}y + f_2(t) \end{cases}$

<b>Метод виключення розв'язування системи двох лінійних ДР із сталими коефіцієнтами</b>							
1→	Продиференціювати 1-ше рівняння системи по змінній $t \rightarrow \frac{d^2x}{dt^2}$						
2→	В одержаний вираз підставити замість $\frac{dy}{dt}$ 2-ге рівняння системи						
3→	З 1-го рівняння системи виразити $y$ через $\frac{dx}{dt}$ , $x$ , $t$ і підставити в $\frac{d^2x}{dt^2}$						
4→	В результаті одержимо однорідне або неоднорідне ДР другого порядку відносно функції $x = x(t)$ і змінної $t$ , з якого визначаємо $x(t) = \varphi_1(t, C_1, C_2)$						
5→	З виразу для $y$ з п.3 знаходимо $y(t) = \varphi_2(t, C_1, C_2)$ (підставивши $\frac{dx(t)}{dt}$ , $x(t)$ ).						
6→	Записати загальний розв'язок: $\begin{cases} x(t) = \varphi_1(t, C_1, C_2) \\ y(t) = \varphi_2(t, C_1, C_2) \end{cases}$						
<b>Метод виключення розв'язування однорідної системи двох лінійних ДР із сталими коефіцієнтами</b>							
1→	Скласти і розв'язати характеристичне рівняння: $\begin{vmatrix} a_{11} - k & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} - k \end{vmatrix} = 0 \Rightarrow k_1, k_2$						
2→	Скласти ФСР залежно від коренів характеристичного рівняння і записати розв'язок $x(t)$ :						
	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;"><math>k_1 \neq k_2 \Rightarrow</math></td> <td style="width: 33%;"><math>k_1 = k_2 = k \Rightarrow</math></td> <td style="width: 33%;"><math>k_{1,2} = \alpha \pm \beta i \Rightarrow</math></td> </tr> <tr> <td><math>x(t) = C_1 e^{k_1 t} + C_2 e^{k_2 t}</math></td> <td><math>x(t) = C_1 e^{kt} + C_2 t e^{kt}</math></td> <td><math>x(t) = C_1 e^{\alpha t} \cos \beta t + C_2 e^{\alpha t} \sin \beta t</math></td> </tr> </table>	$k_1 \neq k_2 \Rightarrow$	$k_1 = k_2 = k \Rightarrow$	$k_{1,2} = \alpha \pm \beta i \Rightarrow$	$x(t) = C_1 e^{k_1 t} + C_2 e^{k_2 t}$	$x(t) = C_1 e^{kt} + C_2 t e^{kt}$	$x(t) = C_1 e^{\alpha t} \cos \beta t + C_2 e^{\alpha t} \sin \beta t$
$k_1 \neq k_2 \Rightarrow$	$k_1 = k_2 = k \Rightarrow$	$k_{1,2} = \alpha \pm \beta i \Rightarrow$					
$x(t) = C_1 e^{k_1 t} + C_2 e^{k_2 t}$	$x(t) = C_1 e^{kt} + C_2 t e^{kt}$	$x(t) = C_1 e^{\alpha t} \cos \beta t + C_2 e^{\alpha t} \sin \beta t$					
3→	З 1-го рівняння системи виразити $y = y(t)$ через $\frac{dx}{dt}$ та $x$ і підставити відповідні значення $\frac{dx}{dt} = \frac{dx(t)}{dt}$ та $x = x(t)$						
4→	Записати загальний розв'язок: $\begin{cases} x(t) = \varphi_1(t, C_1, C_2) \\ y(t) = \varphi_2(t, C_1, C_2) \end{cases}$						

### Тема “Кратні, криволінійні та поверхневі інтеграли”

<b>↗ Застосування інтегралів за геометричними об'єктами</b>	
<b>Область <math>D</math> площини</b>	<b>подвійний інтеграл <math>\iint_D f(x, y) dS</math></b>
Геометричне застосування. Площа області $D$ : $S_D = \iint_D dS$	Фізичне застосування. Маса плоскої пластинки з поверхневою густиною $\mu(x, y)$ : $m = \iint_D \mu(x, y) dS$

<b>Просторова область <math>G</math></b>	<b>потрійний інтеграл</b> $\iiint_G f(x, y, z)dV$
<i>Геометричне застосування.</i> Об'єм тіла $G$ : $V_G = \iiint_G dV$	<i>Фізичне застосування.</i> Маса неоднорідного тіла $G$ з густиною розподілу мас $\gamma = \gamma(x, y, z)$ : $m_G = \iiint_G \gamma(x, y, z)dV$
<b>Крива <math>L</math></b>	<b>криволінійний інтеграл 1-го роду</b> $\int_L f(x, y, z)dl$
<i>Геометричне застосування.</i> Довжина дуги кривої $L$ : $l_L = \int_L dl$	<i>Фізичне застосування.</i> Маса, розподілена вздовж матеріальної кривої $L$ з густиною $\gamma = \gamma(x, y, z) \geq 0$ : $m_L = \int_L \gamma(x, y, z)dl$
Крива $L$	криволінійний інтеграл 2-го роду $\int_L Pdx + Qdy + Rdz$
<i>Фізичне застосування.</i> Робота змінної сили $\vec{F} = P(x, y, z)\vec{i} + Q(x, y, z)\vec{j} + R(x, y, z)\vec{k}$ при переміщенні по дузі кривої $L$ : $A_L(\vec{F}) = \int_L (\vec{F} \cdot d\vec{l}) = \int_L Pdx + Qdy + Rdz$	
<b>Поверхня <math>P</math></b>	поверхневий інтеграл 1-го роду $\iint_P f(x, y, z)dP$
<i>Геометричне застосування.</i> Площа поверхні $P$ : $S_p = \iint_P dP$	<i>Фізичне застосування.</i> Маса, розподілена на поверхні $P$ з густиною $\gamma = \gamma(x, y, z) \geq 0$ : $m_p = \iint_P \gamma(x, y, z)dP$
<b>Поверхня <math>S</math></b>	поверхневий інтеграл 2-го роду $\iint_S Pdydz + Qdxdz + Rdx dy$
<i>Фізичне застосування.</i> Потік векторного поля $\vec{F} = P(x, y, z)\vec{i} + Q(x, y, z)\vec{j} + R(x, y, z)\vec{k}$ , що протікає через поверхню $S$ : $\Pi_S(\vec{F}) = \iint_S (\vec{F} \cdot \vec{n}^0) dS = \iint_S Pdydz + Qdxdz + Rdx dy$	

## Висновки

Системне впровадження у викладання курсів математики сучасних інформаційних технологій передбачає забезпечення студентів методичними і навчальними матеріалами нового типу – комп'ютерними підручниками, практикумами тощо. Для організації СРС студентів в умовах дистанційного навчання викладачами коледжу розробляються електронні комплекси. Наприклад, електронний комплекс з Чисельних методів по темі “Інтерполяція функцій” має таку структуру:

⇒ текст лекцій “Інтерполяція функцій”, “Чисельне диференціювання. Інтерполяція сплайнами” + питання для самоконтролю; ⇒ контрольні питання до теми; ⇒ тестові завдання для діагностики і контролю знань; ⇒ план-конспект практичного заняття з розв'язками задач; ⇒ завдання для самостійної роботи; ⇒ інструкції по виконанню індивідуальних завдань з використанням ППМП MathCAD та Maple; ⇒ опорні знання з математики і вищої математики; ⇒ література та інтернет-ресурси; ⇒ програма курсу.

Наявність таких Електронних комплексів дозволяє збагатити зміст навчального матеріалу, підвищити мотивацію студентів, дає можливість самостійно отримувати нові знання для їх подальшого використання в практичній роботі, оптимізувати процес дистанційного навчання.

**Васіна Людмила Степанівна** — кандидат педагогічних наук, викладач, Технічний фаховий коледж Національного університету «Львівська політехніка», Львів, e-mail: ludavtechcol@gmail.com

**Мохонько Влентина Дмитрівна** — кандидат фізико-математичних наук, викладач, Технічний фаховий коледж Національного університету «Львівська політехніка», Львів.

#### Список використаної літератури

1. Васіна Л.С. Вища математика: Навчальний довідник у таблицях. – Львів : СПОЛОМ, 2014. – 256 с.
2. ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ. Інтерполяція функцій. Чисельне диференціювання. Інтерполяція сплайнами. *Електронний комплекс*. Для самостійної роботи студентів спеціальності 5.05010301 “Розробка програмного забезпечення”. – Львів: ВЦ НУ “Львівська політехніка”, 2016. – 44с.

## САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ГЕОМЕТРО-ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*В роботі визначені форми самостійної роботи студентів при дистанційному вивченні інженерної графіки. Виділено засоби, що сприяють підвищенню ефективності самостійної роботи студентів при дистанційному навчанні.*

**Ключові слова:** дистанційне навчання, інженерна графіка, самостійна робота студентів.

### *Abstract*

*The forms of independent work of students at remote studying of engineering graphics are defined in the work. The means which promote increase of efficiency of independent work of students at distance learning are allocated.*

**Keywords:** distance learning, engineering graphics, independent work of students.

### **Вступ**

Дистанційне навчання інженерної графіки (ІГ) – спеціально організований педагогічний процес, що відбувається під керівництвом викладача і спрямований на озброєння студентів системою знань та вмінь, необхідних інженеру будь-якої спеціальності для подання технічних ідей за допомогою креслеників, а саме: вміння моделювати тривимірні об'єкти на площині; розв'язувати задачі синтезу, аналізу та обробки плоских зображень; розробляти та оформлювати конструкторську документацію за допомогою сучасних графічних систем [1]. Дисципліна базується на математиці (особливо розділи «Геометрія», «Теорія параметризації») і в подальшому забезпечує вивчення всіх спеціальних дисциплін за фахом, пов'язаних з побудовою математичних і графічних моделей інженерних об'єктів, процесів та явищ. На відміну від традиційного навчання дистанційний навчальний процес характеризується збільшенням обсягу самостійної діяльності студента.

Метою роботи є визначення основних складових самостійної роботи студента та визначення засобів підвищення ефективності її організації при дистанційному навчанні.

### **Результати досліджень**

Інженерна графіка – практична дисципліна, опанування якою неможливе без значної частини самостійної роботи студентів. Тому викладання дисципліни ускладнюється у зв'язку з відсутністю у студентів першого курсу вищих навчальних закладів стійких навичок самостійної роботи. Дослідження Н. А. Аверіна, Ю. К. Бабанського, Н. Ф. Тализіної [1] показали, що вміння вчитися означає вміння самостійно здобувати нові знання, володіти здатністю вдосконалювати світ. Одним з головних напрямів, що приводить до поліпшення якості підготовки спеціаліста, є його готовність до самостійної творчої діяльності, яка формується протягом навчання.

Питання, пов'язані з методикою формування знань і вмінь з інженерної графіки відображені в наукових працях О. Джеджули, В. Забронського, В. Михайленко, В. Сидоренка, Н. Сиротенко, Д. Тхоржевського, дисертаційних роботах Л. Грищенко, М. Козяра, Г. Райковської, Р. Чепка, З. Шаповал, Н. Щетини, М. Юсупової та інших. Використання електронних засобів навчання в поєднанні з традиційними методиками досліджували такі науковці: В. Биков, О. Веренич, А. Верлань, О. Гороховський, В. Грищенко, Ю. Дорошенко, М. Жалдак, Ю. Жук, В. Колос, С. Кудрявцева, В. Кухаренко, Н. Морзе, Ю. Триус та ін. [2]

Самостійна робота студентів має спрямовуватися на реалізацію таких тісно пов'язаних завдань, як:



розвиток у студентів самостійності, вміння здобувати знання та здатність студентів самостійно використовувати ці знання у практичній діяльності. Самостійність можна розглядати як узагальнену характеристику активності студента, що виявляється в [3]:

- незалежності (вмінні без прямого керівництва і сторонньої допомоги досягти мети, спираючись тільки на власні зусилля);
- ініціативності (здатності та прагнення реалізувати свої наміри, виявляючи оригінальність та творчість);
- критичності (здатності аналізувати проблему, критично оцінювати її, здатність до об'єктивного самооцінювання).

Створення належних організаційно-методичних умов для самостійної роботи забезпечуються викладачем курсу. Для того, щоб самостійна робота була планомірною, систематичною та змістовною, при її організації необхідно дотримуватись наступних правил:

- докладне визначення завдань як для окремих студентів, так і для всієї групи;
- конкретне формулювання певних проблемних завдань для вирішення під час самостійної роботи;
- створення належних організаційно-методичних умов для самостійної роботи;
- всебічне врахування індивідуальних особливостей студентів;
- забезпечення студентів в достатній кількості навчальною літературою;
- систематичний контроль та підтримка студентів під час навчання [1].

В дистанційному курсі з інженерної графіки організовані наступні форми самостійної роботи студентів:

*Систематична робота з електронним підручником* (робота з конспектом лекцій, використання семантичного конспекту до кожної теми, методичні матеріали в Бібліотеці курсу, посилання на додаткову літературу);

Навчальні матеріали дистанційних курсів з ІГ складаються з інформаційного, контрольного та підсумково-атестаційного блоків [4]. Весь матеріал розділено на інформаційні модулі, кожен з яких подано за наступною структурою: теоретичні відомості, комплект практичних задач з прикладами покрокового розв'язування, широкий спектр довідкового матеріалу, тести для самоперевірки. Теоретичний матеріал містить в собі основні поняття і положення інженерної графіки. Ця частина лекції повинна бути оформлена з використанням стилів текстового документа і мати вигляд конспекту лекцій. Щодо графічного матеріалу, то представлення креслення має бути розділене на етапи. Після кожного етапу дається теоретичне обґрунтування виконаної дії. В лекціях повинно застосовуватися просторове зображення графічного матеріалу. Також для підвищення ефективності сприйняття навчального матеріалу пропонується використання відеоматеріалів з докладним поясненням та виконанням креслеників викладачем (рис. 1).

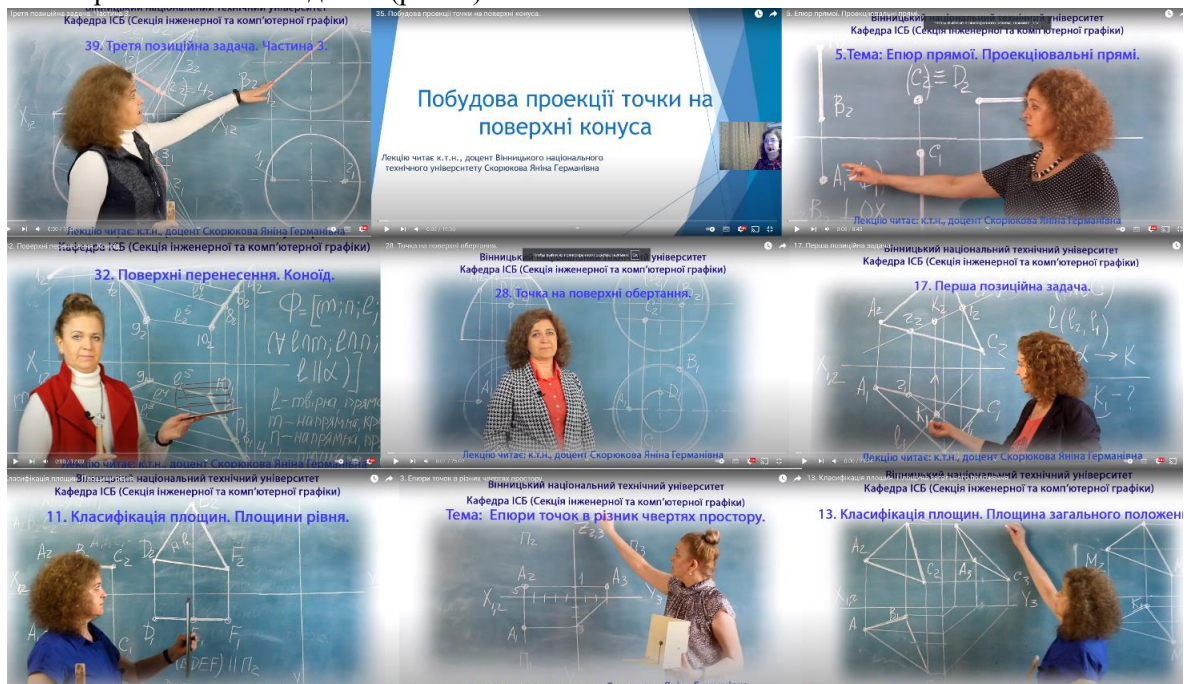


Рисунок 1 – Проведення відеоуроків з інженерної графіки

Використання відеоматеріалів має ряд переваг, а саме:

- враховує специфіку аудиторії, що навчається, новітні наукові досягнення;
- озброює студента не тільки знаннями а й переконаннями, умінням давати критичну оцінку матеріалу;
- містить інформацію, на отримання якої студенту під час самостійної роботи довелося б витратити набагато більше часу;
- одне з основних джерел навчального матеріалу під час дистанційного навчання.

Студент має можливість переглядати необхідні навчальні матеріали в будь який зручний для нього час, повертатись до потрібних тем при виконанні практичних завдань.

*Систематичне виконання практичних завдань* - розв'язання задач, виконання графічних завдань індивідуально та в групі.

*Виконання індивідуальних завдань* - виконання розрахунково-графічних робіт, проходження тестів для самоперевірки та відповіді на відкриті запитання, та ін.

*Використання спілкування та співпраці на всіх етапах навчальної діяльності.* Спілкування з усіма учасниками навчального процесу, підготовка до тематичних вебінарів, спілкування в Форумі, спілкування з одногрупниками при вирішенні різних проблем, електронні консультації та ін.

*Визначення особливостей кожного рівня діяльності, самооцінка, самоконтроль.* Обговорення результатів роботи, обговорення проблемних питань, організація навчання в малих групах, система заохочень і підтримки, обговорення можливості переходів на вищий рівень з викладачем, висновки.

Крім того, студент має можливість самостійно вибрати оптимальні засоби навчання; здійснювати самоконтроль та самооцінку; виконувати роль викладача – навчати себе і формувати та розвивати навички і вміння з дисципліни.

Самостійна робота студентів за умови раціонально складеного навчального плану може мати для них ряд переваг [5]: студент обирає власний темп навчання і вивчення матеріалу; самостійно визначає посильний об'єм навчального матеріалу, враховуючи при цьому свої індивідуальні особливості і можливості; студент самостійно визначає час для роботи з дистанційним курсом; студент не зазнає психологічного впливу викладача (прискорення чи сповільнення навчальних дій); самостійно вибирає засоби навчання тощо.

Крім того, передбачається можливість самостійного вибору студентом завдання, прийняття самостійного рішення про перехід до наступного етапу навчання, можливість самостійного планування свого часу. Це важливо при дистанційному навчанні, коли організація самостійної роботи і управління нею відбуваються тільки за допомогою інформації. В даному аспекті дистанційний курс можна розглядати як засіб підвищення ефективності самостійної роботи студентів різних форм навчання (не тільки дистанційної).

## Висновки

Самостійна робота студентів у технічному ЗВО є найважливішим етапом усього процесу їх навчання і значною мірою визначає якість підготовки майбутніх інженерів. Використання дистанційного курсу надає студенту додаткові можливості для самостійної роботи над навчальним матеріалом. В даному аспекті дистанційний курс можна розглядати як засіб підвищення ефективності самостійної роботи студентів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Слободянюк О. В. Формування вмінь з інженерної та комп'ютерної графіки в умовах дистанційного навчання: монографія / О. В. Слободянюк, В. Б. Мокін, Б. І. Мокін. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 208 с.
2. Інноваційні технології в освітньому процесі / І. В. Хом'юк, В. А. Петрук, О. А. Голук, В. В. Хом'юк: Монографія, Вінниця: ВНТУ, 2020. - 88 с., ISBN 978-966-641-807-7 Режим доступу: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/608>
3. Слободянюк О. В. Особливості дистанційного курсу з інженерної графіки в системі JetIQ [Електронний ресурс] / О. В. Слободянюк, Я. Г. Скорюкова, С. М. Марков // Матеріали V міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Інноваційні технології в процесі підготовки фахівців», Вінниця, 25-26.03.2021 р. – 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itpf/2021/paper/view/12978>
4. Слободянюк О. В. Комп'ютерна графіка: лабораторний практикум / Я. Г. Скорюкова, О. В. Слободянюк, М. С. Гречанюк. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 96 с.
5. Skoriukova Y. Peculiarities of the Distance Learning of Graphic Disciplines / Y. Skoriukova, N. Sobchuk, O. Slobodianiuk, M. Hrechaniuk // Вісник Черкаського університету: педагогічні науки. – Черкаси: ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2018 р. – № 6.2018. – С. 114 – 121. – Режим доступу: <http://ped-ejournal.cdu.edu.ua/issue/download/202/116>

**Яніна Германівна Скорюкова** – к.т.н., доцент кафедри опору матеріалів, теоретичної механіки та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Олена Валеріївна Слободянюк** – к.пед.н., доцент кафедри опору матеріалів, теоретичної механіки та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e - mail:olenaslobodyanyuk@gmail.com.

**Yanina G. Skoriukova** - Ph. D., associate professor of the Department of Strength of Materials, Theoretical Mechanics and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Olena V. Slobodianiuk** - Ph. D., associate professor of the Department of Strength of Materials, Theoretical Mechanics and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e - mail:olenaslobodyanyuk@gmail.com.

## ЗМІСТОВІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація.**

*У статті розглядаються деякі аспекти формування змісту математичної освіти з метою удосконалення професійної підготовки фахівців інженерних спеціальностей.*

**Ключові слова:** математична освіта, майбутній інженер, професійна освіта.

### **Abstract:**

*The article considers some aspects of mathematical education of future engineers.*

**Keywords:** mathematical education, future engineer, professional education.

## Вступ

Ключовим елементом фундаментальної складової професійної підготовки здобувачів інженерних спеціальностей є математичний компонент, дидактична мета якого полягає в оволодінні майбутніми інженерами навичками опису поставлених професійних задач мовою математики з метою ефективного використання методів математичного моделювання у процесі їх розв'язування.

Діюча система професійної освіти в нашій країні така, що структура професійної підготовки інженера в технічному вузі на сучасному етапі містить наступні складові: гуманітарну, природничо-наукову, інженерну, виробничо-практичну.

Саме через математичну складову майбутні фахівці засвоюють закономірності виникнення і функціонування технічного знання, навчаються використовувати їх в практичній діяльності.

Проектування загальної ієрархії освіти на область математичної освіти майбутніх інженерів, вимагає визначити пріоритети в навчанні математики інженерів. Змістова компонента має відображати нові інтеграційні технології, що використовуються у професійній діяльності. У зв'язку з цим, актуальною є проблема дослідження модифікації місту професійної освіти і зокрема змісту математичної освіти майбутніх інженерів, з орієнтуванням його на формування професійної компетентності студентів.

Важливі питання формування змісту професійної підготовки студентів інженерних спеціальностей висвітлено в наукових працях М. Агапової та О. Мельниченко [1], Ю. Зінковського [2,3], О. Ігнатюк [4], О. Каверіної [5], М. Канівець [6], С. Літвінчук [7], В. Петрук [8] та інших.

Аналізуючи сучасний стан професійної підготовки фахівців інженерно-технічних спеціальностей, науковці вказують на низку *проблем*, серед яких:

- низький рівень ефективності навчально-виховного процесу через: недостатню активність студентів; недостатній „зворотний зв'язок” між викладачем і студентом; нераціональне використання часу як викладача, так і студента; низька ефективність контролю, що обмежує викладача і студента; скорочення годин аудиторних занять з фундаментальних дисциплін та низький рівень їх професійної спрямованості; низький рівень використання активних форм навчання, проблемного навчання, інтерактивних технологій навчання (С. Літвінчук, В. Петрук);

- неефективна побудова навчальних програм, які не враховують належною мірою нові вимоги до змісту технічної освіти, створюючи небезпеку ізоляції у свідомості майбутніх фахівців знань, умінь і навичок, набутих при вивченні окремих дисциплін, і змісту навчальних дисциплін, (О. Каверіна, В. Петрук, О. Шавальова);

- низький рівень інтеграції загальноосвітніх навчальних дисциплін у професійні (О. Каверіна);

- відсутність базової педагогічної освіти у викладачів технічних наук або низька психолого-педагогічна і методична підготовка, що зумовлює низьку якість викладання (А. Мелединек, В. Приходько, І. Федоров, В. Борисевич та Г. Іпполітова).

Мета роботи – розглянути можливість удосконалення професійної підготовки фахівців інженерних спеціальностей через модифікацію змісту базової математичної освіти на рівні навчального предмета.

### Результати дослідження

Зміст математичної освіти майбутнього інженера є підсистемою складної системи змісту професійної освіти. У формуванні змісту базової математичної освіти на рівні навчального предмета «Вища математика», можна виділити три рівні формування. *Перший* рівень відображає загальні теоретичні уявлення про завдання і функції навчального предмета. Тут визначається система цілей математичної освіти, на основі яких відбираються навчальні розділи, встановлюються внутрішньо-предметні і міжпредметні зв'язки, цим самим визначається структура математичного знання для майбутніх інженерів. *Другий* рівень – структурований зміст, як навчальний предмет. На цьому рівні визначаються специфічні функції кожного навчального розділу. *Третій* рівень – навчальний матеріал, де на основі структурного аналізу відбираються конкретні навчальні елементи, які мають засвоїти студенти.

Оскільки, математична освіта є підсистемою в системі загальної професійної освіти, то це означає, що цілі першої підкоряються цілям другої. Враховуючи це, можна виділити основні критерії формування змістового компоненту дисциплін математичного циклу: формування змісту математичної освіти має базуватись на загально-дидактичних принципах навчання: професійної спрямованості, науковості, системності, інтеграції, професійної мобільності, мотивації, доступності, студентоцентризму, орієнтації на інформаційні технології, технологічності, системності, диференціації та індивідуалізації; концептуальними засади відбору змісту математичної освіти, який спрямований на формування професійної компетентності майбутніх інженерів є: єдність навчального матеріалу в змісті навчальних елементів модулів; повнота змістової лінії дисципліни; інтеграція фундаментальних і прикладних математичних знань; в процесі формування змістового наповнення математичних дисциплін необхідно спочатку оцінити актуальність матеріалу (оскільки інженерно-технічна галузь зараз оновлюється досить швидкими темпами), потім виявити ступінь перспективності щодо використання у фаховій діяльності, а наприкінці визначити професійну доцільність.

Послідовність формування професійно орієнтованих математичних знань можна розбити на три етапи.

*На першому етапі* (пропедевтично-мотиваційний) передбачається ознайомлення студентів з конкретними технічними об'єктами їх майбутньої професійної діяльності. Це можуть бути технічні прилади, апарати, устаткування, агрегати, інженерні споруди, явища і процеси навколишнього середовища тощо, які потребують осмислення і, можливо, удосконалення. Розв'язання технічної задачі неможливе без математичного обґрунтування. Саме це зумовлює логіку переходу до наступного етапу.

*На другому етапі* (когнітивно-технологічний) відбувається систематизація математичної інформації, переведення інженерної задачі на математичний рівень, її формалізація. Передбачається виконання певного комплексу дій, зокрема, складання узагальненої задачі, визначення параметрів тощо.

*Третій етап* (оцінно-аналітичний) передбачає закріплення набутих знань і вмінь шляхом розв'язування задач прикладного характеру. Студентам пропонуються аналогічні задачі, що створює передумови для формування стійких навичок і стане у нагоді в майбутній професійній діяльності інженера.

Така послідовність стає запорукою свідомого ставлення студентів до навчального процесу, доводить необхідність математичних знань, створює передумови для посилення мотивації вивчення предмета, дозволяє оптимізувати входження майбутніх інженерів до фахової діяльності. Реалізація професійного спрямування математичної підготовки дозволяє значно підвищити якість навчання, сприяє налагодженню зв'язків математики і фахових навчальних дисциплін.

Запропонована послідовність формування професійно-орієнтованих математичних знань може бути використана як теоретичне підґрунтя для подальшого вироблення методики вивчення математики студентами інженерних спеціальностей.

### Висновки

Таким чином, математична підготовка студентів інженерно спеціальностей є складною та багатогранною системою, що включає комплекс педагогічних засобів, які забезпечують засвоєння

передбачених освітньо-професійною програмою знань, умінь і навичок, і водночас передбачає формування ціннісного ставлення до вибраного фаху, потреби в професійній діяльності та готовності до неї майбутнього інженера.

Загальним результатом реалізації професійної спрямованості навчання математики є сформованість математичних компетентностей (за освітньо-професійною програмою), якими повинен оволодіти здобувач освіти у результаті вивчення дисциплін математичного циклу. Показниками даної сформованості вважаємо наступні: пізнавальна активність студента та його налаштованість на успішне навчання; здатність студента систематизувати математичні знання та вміння і самостійно застосовує їх під час розв'язування професійних задач; наявність відповідного рівня розумових дій та технологічних умінь студента; професійна самосвідомість студента, здатність до самооцінки і самовдосконалення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агапова М. О., Мельниченко О.О. Напрямки удосконалення педагогічної підготовки студентів інженерних спеціальностей [Електронний ресурс]/ О. М. Агапова, О.О. Мельниченко//Проблеми інженерно-педагогічної освіти. Збірник наукових праць. – Випуск 24-25.–2009. – Режим доступу: [http://repo.uipa.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/789/3/M\\_Agapova.pdf](http://repo.uipa.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/789/3/M_Agapova.pdf) (дата звернення 24.05.2022)
2. Зінковський Ю., Мірських Г. Збереження інженерної кваліфікації – ознака інноваційного суспільства./ Ю. Зінковський, Г. Мірських // Вища освіта України. – 2008. – № 2. – С. 74–84.
3. Зінковський Ю., Мірських Г. Компетентнісний підхід під час підготовки фахівців у вищих технічних навчальних закладах. / Ю. Зінковський, Г. Мірських // Вища освіта України. – 2008. – № 4. – С. 29–36.
4. Ігнатюк О. А., Гура Т. В. Технологічний аспект підготовки майбутніх конкурентоспроможних інженерів на прикладі психолого-педагогічних та управлінських дисциплін./ О. А. Ігнатюк, Т. В. Гура // Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах. –2013. – Вип. 28. – С. 487–493.
5. Каверіна О. Г. Характеристика основних дефініцій професійної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю: інтегративний підхід [ за заг. ред. проф. В. І. Сипченка]/ О. Г. Каверіна// Гуманізація навчально-виховного процесу . Слов'янськ : СДПУ, 2010. – Вип. 53. –Ч. 1. – С. 68–72.
6. Канівець М. В. Сутність професійної підготовки майбутніх інженерів./ М. В. Канівець// Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти. –2013. – № 34. – С. 40–47.
7. Літвінчук С. Б. Професійна підготовка майбутніх техніків-механіків у процесі вивчення загальнотехнічних дисциплін в аграрних навчальних закладах I–II рівнів акредитації : автореф. дис... канд. пед. наук : 13.00.04 «Теорія та методика професійної освіти» / С. Б. Літвінчук. – К., 2005. – 17 с.
8. Петрук В.А. Проблеми довузівської підготовки студентів-іноземців до навчання у вищих технічних навчальних закладах/ В. А. Петрук//Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: зб. наук. пр. – Київ-Вінниця: ТОВ фірма «Планер». –2013– Вип. 34. – С. 198–201.

## РЕФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ІТ ФАХІВЦІВ, ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР ЗРОСТАННЯ ГАЛУЗІ

<sup>1</sup> Національний університет «Львівська політехніка»

### **Анотація**

*Досліджено роль базової освіти у підготовці кадрового персоналу ІТ галузі. Запропоновано заходи щодо реформування математичної підготовки фахівців інженерних спеціальностей, зокрема галузі інформаційних технологій.*

**Ключові слова:** базова освіта, математична освіта, галузь інформаційних технологій, людський капітал.

### **Abstract**

*The role of basic education in the training of IT staff is studied. Measures to reform the mathematical training of specialists in engineering specialties, in particular in the field of information technology, are proposed.*

**Keywords:** basic education, mathematics education, information technology, human capital.

### **Вступ**

Зasadничою функцією менеджменту ІТ-підприємства є забезпечення здатності гнучко реагувати на потреби сучасного ринку, швидко переорієнтовуватись та перебудовуватись, організувати роботу на випередження, залучати висококваліфікованих й креативних працівників, організувати їх постійне навчання. Основним і вирішальним капіталом ІТ-компанії є освічені професіонали, який стає все більш матеріалізованим на різних управлінських рівнях. У сфері інформаційних технологій «людський капітал» є головним джерелом прибутку, вирішальною ланкою в ланцюгах створення вартості підприємств. Тому забезпечення якісної освітньої складової у формуванні людського капіталу галузі необхідно приділяти дедалі більшу увагу.

Метою роботи є розроблення принципів реформування та адаптації до військового та поствійськового стану математичної підготовки майбутніх кадрів для ІТ галузі.

### **Результати дослідження**

Якісна технічна освіта стала поштовхом та обов'язковою передумовою розквіту в Україні індустрії інформаційних технологій (ІТ). За 2021 рік ІТ галузь отримала рекордне зростання + 37,0%, впевнено вийшовши на 1 місце за обсягом експорту послуг. Ріст ІТ-індустрії прогнозується і надалі, плато ще не досягнуто, однак дефіцит кадрів суттєво гальмує цей розвиток.

Частина спеціалістів для ІТ-індустрії готують профільні вищі навчальні заклади, а інша – пере-кваліфіковується, пройшовши освітні ІТ-курси, однак попит на гідно оплачувану інтелектуальну працю перевищує пропозицію. Попри те, що є високий запит на навчання на ІТ-спеціальностях, кількість та якість підготовлених кадрів не достатня для задоволення потреб ринку, що зростає.

Середня кількість відгуків на вакансію з 13,28 у 2020 році впала до 8,7 у 2021 [1], тобто знизилась на 35%. Результати опитування цільової фокус-групи на платформі LinkedIn (рекрутери, Talent Acquisition і HR менеджери в українських ІТ і Digital компаніях, рекрутери-фрілансери та агентства, керівники HR-відділів) [2] показали, що основними причинами, які заважають закрити вакансії є: високі вимоги до претендентів зв'язку із складністю завдань на проєкт та неякісна база кандидатів (61% та 30% респондентів відповідно). Про причини нестачі кваліфікованих працівників галузі інформаційних технологій в цілому йде обговорення на чисельних платформах. Так Центр економічного відновлення у співпраці з Міністерством цифрової трансформації України та Міністерством освіти та науки, а також із залученням ключових стейкхолдерів, а саме ІТ кластерів, провідних ІТ компаній (Cisco, Eleks, Eram, Genesis, GlobalLogic, Luxoft, N-IX, Parimatch, SoftServe, Telesens), бізнес та ІТ-асоціації (ACC, EASE, EBA, ІТЕС, IT Ukraine, Union of Ukrainian Entrepreneurs, SoftServe Ukraine, UAІТР, UVCA), громадських та міжнародних організацій (National Investment Council of Ukraine,

USAID, BRDO, YEP, dComFra, STEM is Fem, STEM Girls, Digital Ukraine), а також ряду закладів вищої освіти, у липні 2021 року провів обговорення із публікуванням матеріалів під назвою «Експрес-аналіз поточного стану ІТ-освіти в Україні». Висновком стала констатація факту, що «Темпи підготовки ІТ-спеціалістів не задовольняють попит ринку та стримують зростання ІТ-сектору [3]

Недоліки сучасного змістового наповнення навчальних дисциплін у закладах освіти намагаються вирішувати ІТ кластери шляхом створення так званої “неформальної” освіти. Автори вважають за потрібне вивчити досвід провідних європейських університетів з метою реформування підходів до формування навчальних планів, програм та широкого застосування технічних засобів з метою повного забезпечення освітніх потреб галузі ІТ.

Стан математичної підготовки в закладах середньої освіти стрімко знижується. Дистанційна форма освіти, спричинена пандемією COVID 19, і ще більшою мірою руйнуванням вагомої частки освітньої інфраструктури внаслідок широкомасштабного вторгнення російської федерації, стали викликом для фундаментальної (зокрема математичної) підготовки фахівців. Українська економіка, зазнаючи великих втрат, вимагає швидкого поповнення в першу чергу людського капіталу. Індустрія інформаційних технологій в Україні має хорошу історію та демонструвала протягом багатьох років високу якість кадрів. Проте сьогодні освітня галузь потребує внутрішньодержавного реформування освітніх процесів, а також залучення фінансової та інтелектуальної підтримки європейських партнерів з метою оптимізації та модернізації підготовки фахівців галузі.

На думку авторів необхідно здійснити такі заходи:

— аналіз досвіду провідних університетів Європи та виявлення проблемних ділянок у системі математичної підготовки фахівців галузі інформаційних технологій в Україні. З цією метою спрямувати зусилля науково-педагогічного персоналу на залучення грантового фінансування різноманітних фондів та програм Європи, США та інших західних партнерів;

— у взаємодії з працедавцями - провідними ІТ компаніями та на базі проведеного аналізу розробити цілісну програму сучасної фундаментальної підготовки спеціалістів ІТ напрямку. В умовах обмеженої кількості навчальних кредитів оптимізувати їх наповнення найбільш важливими і необхідними темами, отримати досвід та фінансову можливість використання новітнього програмного забезпечення у навчальному процесі;

— організація та фінансування робочих груп галузевих та освітніх фахівців;

— фінансове та методичне забезпечення роботи консультативних центрів математичної підготовки для студентів університетів, які здійснюють підготовку фахівців галузі інформаційних технологій;

— перехід від навчання методам “як робити” до розуміння “що можна робити” засобами математики у ІТ сфері.

### Висновки

Обґрунтовано, що у зв’язку з руйнуванням значної частки освітньої інфраструктури внаслідок широкомасштабних військових дій російської федерації на території України та необхідністю швидкої та ефективної підготовки кадрів для галузі ІТ освітня галузь потребує внутрішньодержавного реформування освітніх процесів, а також фінансової та інтелектуальної підтримки європейськими партнерами з метою оптимізації та модернізації підготовки фахівців.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://dou.ua/lenta/articles/jobs-and-trends-2021/>
2. <https://www.makeit.in.ua/posts-ua/doslidzhennya-rekrutingu-v-ukrayinskiy-it-sferi-ochikuvannya-vid-2021-prioriteti-ta-skladnoshchi-naymu>
3. Center for Economic Recovery. (2021). Express analysis of the current state of IT education in Ukraine.. (July, 2021). Retrieved from [https://drive.google.com/file/d/1Ns-w2lpZEmSW39hFueuL00I\\_3qJtZBMB/view?fbclid=IwAR23D4B5ml4J6BHdHnh3bkubQ018N2LByUpGGfj6lLgjfH2rZ8sX6qXC1cE](https://drive.google.com/file/d/1Ns-w2lpZEmSW39hFueuL00I_3qJtZBMB/view?fbclid=IwAR23D4B5ml4J6BHdHnh3bkubQ018N2LByUpGGfj6lLgjfH2rZ8sX6qXC1cE)

*Рибницька Ольга Мар’янівна*— доцент кафедри вищої математики НУ «Львівська політехніка», Львів, e-mail: [olha.m.rybytska@lpnu.ua](mailto:olha.m.rybytska@lpnu.ua)



## ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН ЗДОБУВАЧАМИ ОСВІТИ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ»

ВСП «Рівненський фаховий коледж Національного університету  
біоресурсів і природокористування України»

### *Анотація*

*Розглянуто питання потреби вивчення окремих розділів вищої математики для здобувачів освіти спеціальності «Інженерія програмного забезпечення».*

**Ключові слова:** інноваційні технології, професія, програмування, студент.

### *Abstract*

*The questions of necessity of studying separate sections of Further Mathematics for the students of education of specialty "Software Engineering" are considered.*

**Keywords:** Innovative technologies, profession, programming, student.

### **Вступ**

У системі професійної освіти постійно здійснювався і здійснюється пошук таких форм організації навчання, що відповідають власним прагненням студента навчатись та забезпечують розвиток професійно-важливих якостей майбутнього фахівця. Реалізація цього процесу залежить, з одного боку, від здатності і готовності викладачів працювати в нових умовах, а з іншого – від навчальної мотивації студентів, їх активності та самостійності в здобутті знань.

У час інноваційних технологій вибір професії може неабияк вплинути на твоє подальше життя. Кожне рішення, кожен твій крок, безумовно, призводить до наслідків. Поганих чи хороших, це як пощастить. За своє недовге життя я все більше і більше починаю розуміти сенс вибору професії. Сказати по правді, я дуже довго думав, з чого саме почати свій шлях. Але у один момент я збагнув, що моя мета, моя ціль десь поряд. Тому зараз, у 21 столітті, і я обрав професію, яка відповідає моїм амбіціям – програміст!

Той, хто обрав цю діяльність повинен не тільки вміти «кодити», а і володіти «спеціальними якостями програміста», такі як лідерство, цілеспрямованість, терплячість, наполегливість. Я обрав її тому, що вона підходить мені за тими характеристиками, яким, на мою думку, повинна відповідати моя професія. Основною причиною такого вибору стало те, що ця професія мені до душі. Програміст, в певному сенсі, - дуже творча людина. Йому необхідно швидко знаходити правильне і найкоротший рішення, знаходити і виправляти допущені помилки. Крім того, творці програмного забезпечення для персональних комп'ютерів, планшетів, телефонів і інших пристроїв, без яких життя сучасної людини не має сенсу, повинні зробити свою продукцію не тільки правильно працюючою, але і привабливою для користувача. Для цього потрібно бути дійсно зацікавленим у своїй професії.

Колектив кафедри Інженерії програмного забезпечення прагне вчити тому, що необхідно в майбутній професійній діяльності. Розробники програмного забезпечення відомих міжнародних ІТ компаній висловлюють наступне:

«Якщо ви плануєте займатися графікою, то, швидше за все, вам знадобляться диференціальні рівняння і геометрія. Якщо моделюванням природних процесів, то потрібні: математичний аналіз, диференціальні рівняння, математична фізика і обчислювальна математика. Якщо фінансовою сферою, то необхідно розбиратися в теорії ймовірності та математичній статистиці, а також в математичній логіці, алгебрі, теорії чисел і обчислювальній математиці. Для створення ігор стануть в

нагоді всі розділи математики (особливо лінійна алгебра), оскільки доведеться працювати з графікою, моделювати фізичні процеси, ну і, звичайно ж, створювати штучний інтелект.»

«Основна задача програміста – це пояснити комп'ютеру, що робити на одній із мов програмування. А для цього вищої математики не потрібно. Єдиний обов'язковий предмет вищої математики необхідний при цьому – це математична логіка. Без неї неможливо будувати умовні вирази. І навіть її потрібно знати не більше, ніж на 20%.»

«Наприклад, при написанні баз даних або побудові пошукових систем не обійтися без знань дискретної математики. Вона ж стане в нагоді в логістиці та побудові маршрутів. Data mining в свою чергу вимагає володіння математичною статистикою, як і біржовий сектор, де більшість гравців – боти, при написанні яких також потрібні знання з математичної статистики, як і при будь-якому прогнозуванні.»

«Велика частина розробників веб-додатків скаже, що їм цілком достатньо шкільної бази і самоосвіти – просто тому, що якихось особливих математичних навичок в цій сфері розробки ПЗ не потрібно. Програмістам, що працюють на більш складному рівні, знадобляться більш фундаментальні знання – наприклад, в індустрії розробки комп'ютерних ігор (Game Development) дуже корисні знання алгоритмів, лінійної алгебри та геометрії. У будь-якому випадку, перш ніж почати будувати свою професійну кар'єру в програмуванні, вкрай важливо закласти ті самі базові знання, які в обов'язковому порядку подаються в сильних технічних вузах.»

«Для різного рівня програмування корисні свої розділи математики. Для низькорівневого програмування, для 3D моделювання, для задачі-орієнтованого програмування – будуть корисні свої розділи. Кому геометрія, кому дискретна математика. Наприклад, без знань лінійної алгебри та статистики неможливо програмувати в області шифрування.»

Базуючись на потребах ринку праці студенти напряму Інженерія програмного забезпечення вивчають тільки ті розділи математики, які дійсно будуть потрібні. Усі інші знання математики дуже сильно залежать від тієї задачі, над якою ви працюватимете. Тому, якщо ви вже володієте цим мінімумом, можна сміливо переходити до практики програмування. А далі, по-ходу діла, добирати того, що бракує. Включно із знаннями математики. Як елементарної, так і вищої.

Предмети вищої математики, які використовуються в програмуванні найчастіше: дискретна математика, математична логіка, теорія ймовірностей.

### Висновки

Знання предметів вищої математики, навіть, якщо не використовувати їх на практиці, дасть вам переваги при розв'язуванні навіть простіших проблем. Часто буває команда різних спеціалістів, частина з яких розв'язують складні математичні завдання, а інші – чисто програмістські, інфраструктурні. В таких випадках знання вищої математики дозволяє легше розумітись із іншими в команді, говорити на спільній мові, спільними категоріями. Крім того, вища математика дає вибір і перевагу над іншими для отримання складних і цікавих проєктів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Навіщо програмісту математика. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://dut.edu.ua/ua/news-1-562-9076-navischo-programistu-ta-it-shniku-matematika\\_kafedra-vischoi-matematiki-matematichnogo-modelyuvannya-ta-fiziki](https://dut.edu.ua/ua/news-1-562-9076-navischo-programistu-ta-it-shniku-matematika_kafedra-vischoi-matematiki-matematichnogo-modelyuvannya-ta-fiziki)
2. Чи потрібна програмісту математика? [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://www.dut.edu.ua/ua/news-1-1009-4046-chi-potribna-programistu-matematika\\_kafedra-inzhenerii-programnogo-zabezpechennya](https://www.dut.edu.ua/ua/news-1-1009-4046-chi-potribna-programistu-matematika_kafedra-inzhenerii-programnogo-zabezpechennya)
3. Чи потрібно програмісту знати математику, яку та на скільки добре? [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.mmf.lnu.edu.ua/en/aren/1423>

*Баранчук Максим Сергійович* — студент групи 21-ІІІ, відділення програмування, ВСП «Рівненський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України», м. Рівне, e-mail: maksbaranjyk2005@gmail.com

**Мельничук Максим Дмитрович** — студент групи 21-ІІ, відділення програмування, ВСП «Рівненський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України», м. Рівне, e-mail: [maksmelnichuk33@gmail.com](mailto:maksmelnichuk33@gmail.com)

Науковий керівник: **Юхимчук Юлія Петрівна** — викладач математичних дисциплін, ВСП «Рівненський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України», м. Рівне, e-mail: [betbud21093@gmail.com](mailto:betbud21093@gmail.com)

**Baranchuk Maksym** — Student, Programming department, Separated structural subdivision «RIVNE PROFESSIONAL COLLEGE OF NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL SCIENCES OF UKRAINE», Rivne, e-mail: [maksbaranjyk2005@gmail.com](mailto:maksbaranjyk2005@gmail.com)

**Melnychuk Maksym** — Student, Programming department, Separated structural subdivision «RIVNE PROFESSIONAL COLLEGE OF NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL SCIENCES OF UKRAINE», Rivne, e-mail: [maksmelnichuk33@gmail.com](mailto:maksmelnichuk33@gmail.com)

Supervisor: **Yukhymchuk Yuliia** — teacher of mathematics, Separated structural subdivision «RIVNE PROFESSIONAL COLLEGE OF NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL SCIENCES OF UKRAINE», Rivne, e-mail: [betbud21093@gmail.com](mailto:betbud21093@gmail.com)

## ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ПРОГРАМУВАННЯ СТУДЕНТАМИ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ 122 КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

<sup>1</sup> Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка;

<sup>2</sup> Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Досліджується проблема формування професійних компетентностей при вивченні програмування студентами напряму підготовки 122 Комп'ютерні науки для забезпечення їх конкурентоздатності на ринку праці.*

**Ключові слова:** професійна компетентність, програмування, студенти, комп'ютерні науки, вища математика, мотивація.

### *Abstract*

*The problem of formation of professional competencies in the study of programming by students in the direction of training 122 Computer Science to ensure their competitiveness in the labor market is studied.*

**Keywords:** professional competence, programming, students, computer science, higher mathematics, motivation.

### **Вступ**

Стрімке збільшення попиту на фахівців з комп'ютерних наук висуває нові вимоги до якості підготовки цих фахівців у ЗВО. Темпи підготовки ІТ-спеціалістів не задовольняють попит ринку та стримують зростання ІТ-сектору [1]. За таких умов якісна професійна освіта має забезпечувати формування сукупності інтегрованих знань, навичок, умінь та якостей особистості, тобто професійну компетентність фахівця. Тому актуальним є формування професійних компетентностей студентами напряму підготовки 122 Комп'ютерні науки, зокрема при вивченні програмування.

Метою роботи є розкриття сутності питання формування професійних компетентностей при вивченні програмування студентами напряму підготовки 122 Комп'ютерні науки.

### **Результати дослідження**

Метою вивчення навчальної дисципліни “Програмування” є отримання навичок проектування складних програм з використанням сучасних технологій структурного програмування, розширення кругозору щодо можливостей програмування, формування професійного відношення до створення програмного продукту, розуміння того факту, що тільки ретельно продуманий вибір необхідної структури даних для конкретної задачі може бути гарантією написання програми, що відповідає сучасним вимогам.

Розв'язування прикладної задачі на комп'ютері з використанням вибраного середовища програмування проходить через такі етапи [2]: постановка задачі; побудова математичної моделі; розробка алгоритму; складання програми за розробленим алгоритмом; тестування і налагодження програми; аналіз результатів.

I етап. Постановка задачі. Розв'язування практичної задачі розпочинається з опису вихідних даних і цілей задачі. Постановка задачі вимагає уважного аналізу її формулювання з метою чіткого виділення вихідних даних і результатів, до яких прагнемо. При цьому встановлюються обмеження на припустимі значення величин, які застосовані у задачі. Постановка задачі – це точне формулювання умов і цілей рішення. На цьому етапі потрібно чітко визначити такі елементи: Що дано? Які дані допустимі? Які результати і в якому вигляді повинні бути отримані? Чи є потреба у використанні

проміжних величин? Чи є потреба вводити значення загальновідомих констант?

II етап. Побудова математичної моделі. На цьому етапі потрібно розгорнутий змістовний опис задачі замінити її математичною моделлю за допомогою математичних залежностей. Математична модель – це математичний опис найбільш істотних властивостей реального об'єкта. Для побудови математичної моделі потрібно: зрозуміти, в якій предметній галузі шукати опис об'єктів, що є в умові задачі; відібрати ознаки, суттєві для задачі, яка розв'язується; встановити зв'язок між необхідними в задачі результатами і вхідними даними, який забезпечує розв'язок поставленої задачі [2].

У стандарті вищої освіти вказано одні з професійних компетентностей – здатність до математичного формулювання та дослідження математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук. Результати навчання: використовувати сучасний математичний апарат в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру. Уміння: будувати математичну модель задачі, вибирати та застосовувати відповідний метод розв'язування задачі, знаходити її оптимальний розв'язок [3].

З власного досвіду викладання програмування, зокрема для спеціальності 122 Комп'ютерні науки, встановлено, що у деяких студентів починають виникати труднощі ще на початкових етапах (постановка задачі, побудова математичної моделі). Це пов'язано з недостатнім рівнем шкільної підготовки з математики. “Низька якість викладання математики на рівні середньої освіти створює обмеження для підготовки ІТ-фахівців” [1].

Для подолання цих труднощів необхідний комплексний підхід: покращити викладання математики на рівні середньої освіти, мотивувати студентів, особливо, першокурсників до поглибленого вивчення вищої математики, програмування, алгоритмів та структур даних, дискретних структур та інших фахових дисциплін.

Наприклад, під час розв'язування задач з програмування студентам постійно наголошується на важливості постановки задачі, побудови математичної моделі; розглядаються різноманітні приклади з описом усіх етапів розв'язування прикладної задачі на комп'ютері. Крім того, важливою є мотивація до вивчення: пояснюємо, що якщо хочете мати престижну роботу з великою заробітною платою, то потрібно бути фахівцями високого рівня – знати як різні мови програмування, фахові дисципліни, так і вищу математику тощо. Наприклад, для моделювання фізичних процесів потрібні знання з диференціальних рівнянь, обчислювальна математика, математичної фізики, математичного аналізу; для створення ігор необхідні знання з усіх розділів математики.

### Висновки

Формування професійної компетентності фахівця – це формування сукупності інтегрованих знань, навичок, умінь та якостей особистості. Для формування професійних компетентностей при вивченні програмування студентами напряму підготовки 122 Комп'ютерні науки формувалися інтегровані знання, навички, уміння як з програмування, так і з вищої математики, алгоритмів та структур даних, дискретних структур; демонструвався прикладний характер математичної теорії при розв'язанні практичних задач тощо; використовувалися різні підходи до формування професійної мотивації студентів. Це дало змогу підвищити рівень професійних компетентностей студентів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Експрес-аналіз поточного стану ІТ-освіти в Україні. [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://drive.google.com/file/d/1Ns-w2lpZEmSW39hFueuL00I\\_3qJtZBMB/view?fbclid=IwAR23D4B5ml4J6BHdHnh3bkubQ018N2L](https://drive.google.com/file/d/1Ns-w2lpZEmSW39hFueuL00I_3qJtZBMB/view?fbclid=IwAR23D4B5ml4J6BHdHnh3bkubQ018N2L)
2. Інформатика. Основи алгоритмізації та програмування : навчальний посібник / О.Б. Розумовська, О.М. Кух, М.О. Мясковська. — Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2015. — 108 с.
3. Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2019/07/12/122-kompyut.nauk.bakalavr-1.pdf>

**Мясковська Марина Олександрівна** — кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри комп'ютерних наук, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, Кам'янець-Подільський, e-mail: marinenka1@gmail.com

**Дембіцька Софія Віталіївна** — доктор педагогічних наук, доцент, професор кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Іванюк Віталій Анатолійович** — доктор технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, Кам'янець-Подільський.

**Понеділок Вадим Віталійович** — кандидат технічних наук, старший викладач кафедри комп'ютерних наук, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, Кам'янець-Подільський.

**Miastkowska Maryna O.** — Candidate of Pedagogical Sciences (Ph.D.), Senior Lecturer of the Department of Computer Sciences, Kamianets-Podilskyi Ivan Ohiienko National University, Kamianets-Podilskyi, e-mail: [marinenka1@gmail.com](mailto:marinenka1@gmail.com)

**Dembitska Sofiia V.** — Dr. of Pedagogical Sciences, Assistant Professor, Professor of the Department of Life Safety and Safety Pedagogy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Ivaniuk Vitalii A.** — Dr. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Computer Sciences, Kamianets-Podilskyi Ivan Ohiienko National University, Kamianets-Podilskyi.

**Ponedilok Vadym V.** — Cand. Sc. (Eng.), Senior Lecturer of the Department of Computer Sciences, Kamianets-Podilskyi Ivan Ohiienko National University, Kamianets-Podilskyi.

## ФОРМУВАННЯ СКЛАДОВИХ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

<sup>1</sup> Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

<sup>2</sup> Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

### **Анотація**

*Розглянуто принципи формування професійної компетентності студентів інженерних спеціальностей в процесі дистанційного викладання вищої математики.*

**Ключові слова:** *професійна компетентність, математичний пакет, інтернет-контент, дистанційне навчання.*

### **Abstract**

*The principles of formation of engineering students' professional competence in the process of distance learning of higher mathematics are considered.*

**Keywords:** *professional competence, mathematical packages, internet content, distance learning.*

### **Вступ**

У сучасному світі зміст діяльності інженера має багато аспектів, обумовлених запитами на ринку праці та розвитком інформаційних технологій, тому підготовка майбутнього фахівця потребує використання нових підходів до формування професійних компетентностей. Все це вимагає перегляду методичних підходів до викладання та розробки нових концепцій у поданні матеріалу природничих дисциплін.

Метою роботи є висвітлення можливих підходів до організації інформаційно-освітнього середовища навчального закладу, яке сприяє формуванню базових складових професійної компетентності студентів інженерних спеціальностей в процесі вивчення природничих дисциплін, зокрема, вищої математики.

### **Результати дослідження**

В роботі [1] професійна компетенція подається як інтегративна система властивостей і якостей особистості, професійних знань, умінь, навичок, здібностей виконання фахової діяльності на високому рівні. Отже за час навчання студент має навчитися кваліфіковано орієнтуватися в технологіях, вміти самостійно опрацювати та аналізувати дані, ефективно розподіляти час у процесі розв'язання професійної задачі. Підґрунтя для набуття більшості компетенцій, які вказано в паспорті компетентності інженерного працівника [1] має бути закладеним ще при вивченні базових дисциплін на молодших курсах, зокрема, при вивченні вищої математики, а організація навчального процесу, в тому числі в рамках дистанційного чи онлайн навчання, має бути побудована таким чином, щоб сприяти виникненню умов для ефективної взаємодії «викладач-студент». Зауважимо, що в статті [2] наводяться результати досліджень, які свідчать, що формат традиційних занять поступається формату активного навчання у ефективності навчання. При активному навчанні студент є не лише слухачем курсу, а й діячем. Таким чином, подання лекційного матеріалу та організація практичних занять має бути переглянута.

Організуючи процес формування креативності студентів як складової професійної компетентності у технічному закладі вищої освіти, необхідно враховувати, що основною мотиваційною рисою креативної особистості є потреба індивіда в активному творчому створенні. Традиційна освітня система не завжди здатна розвинути креативний потенціал особистості, тому що її основою є принцип запам'ятовування інформації і накопичення фактів. Формування креативної професійної компетентності можливо лише в спеціально організованому середовищі, необхідно ввести в процес навчання спеціальні завдання, що дозволяють розвивати творче мислення.

Розглянемо деякі складові професійної компетентності інженера відповідно до паспорту компетентності інженерного працівника. Одними зі складових є командна робота та взаємодія, основи яких при вивченні вищої математики можна сформувати використовуючи, наприклад, метод проєктів. Робота в групах над проєктом сприятиме розвитку навичок взаємодії та взаємодопомоги, також умінню дослухатися до інших та вести перемовини. Складову аналітичне мислення можна формувати за допомогою понять математичного аналізу та геометрії. Для формування навичок дослідницької діяльності ефективно використовувати завдання з доведення теоретичних фактів та обґрунтування формул на основі раніше отриманих знань. В результаті формується вміння вчитися та впроваджувати інновації, що також є невід'ємною складовою професійної компетентності. Задачі порівняльного характеру розвивають самостійність мислення, а розв'язання задач фізичного, економічного, хімічного змісту та інших прикладних задач вчить не лише аналізувати реальні числові дані та створювати математичні моделі, а й розширює кругозір та формує навички змістовного викладення ідей. Застосування лекцій-обговорень та проблемних лекцій допоможе у розвитку таких складових як комунікаційні здібності та креативність.

### Висновки

Провідне місце у професіограмі сучасного фахівця належить креативності, неординарності, творчості, вмінню створювати нове, застосовувати знання, що були отримані, для вирішення нових завдань, тим самим збагачуючи свій життєвий досвід, і детерміновано соціальним замовленням ринку праці і науки. Формування професійних компетентностей майбутнього інженера має відбуватися не лише при вивченні спеціальних дисциплін, а набагато раніше, при вивченні базових дисциплін на молодших курсах. На прикладі курсу вищої математики показано деякі методи та підходи, які можна використовувати на заняттях для розвитку необхідних умінь та навичок у студентів, що сприятиме подальшому становленню їх як кваліфікованих фахівців. Включення студентів у діяльність, спрямовану на вирішення професійних завдань, проблемний характер освітнього процесу, використання у навчальному процесі креативних технологій сприяють особистісному розвитку студента, націлюють його на сприйняття нового, викликають бажання проявити ініціативу, налаштовують на самостійний розвиток креативності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Нізовцев А. В. Розробка моделі професійної компетентності інженера/ А.В.Нізовцев. — Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. —2013. —№ 8 (34). — С. 243-255.
2. Freeman Sc. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics / Sc. Freeman, Sarah L. Eddy, Miles McDonougha, Michelle K. Smithb, Nnadozie Okoroafora, Hannah Jordta, Mary Pat Wenderoth — PNAS, 2014. — P. 1-6. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>.

**Гиря Наталія Петрівна** – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фундаментальної математики Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, Харків, e-mail: [n82girya@gmail.com](mailto:n82girya@gmail.com)

**Дімітрова Світлана Дімова** – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри вищої математики Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Харків, e-mail: [s.dimitrovaburlayenko@gmail.com](mailto:s.dimitrovaburlayenko@gmail.com)

**Girya Nataliya Petrivna** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, associate Professor at the Department of Fundamental Mathematics of V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, e-mail: [n82girya@gmail.com](mailto:n82girya@gmail.com)

**Dimitrova Svitlana Dimova** – Candidate of Pedagogical Sciences, associate Professor at the Department of Higher Mathematics of National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, e-mail: [s.dimitrovaburlayenko@gmail.com](mailto:s.dimitrovaburlayenko@gmail.com).



## ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ

Прикарпатський національний  
університет імені Василя Стефаника

**Анотація.** Автор піднімає проблему формування професійних педагогів з високим загальним, культурним та професійним рівнем, який готовий змінюватись, систематично самовдосконалюватись і самореалізовуватись.

**Ключові слова:** професійна компетентність, майбутній педагог, професійна діяльність.

**Abstract.** The author raises the issue of forming a professional teachers with a high general, cultural and professional level, who is ready to change, systematically self-improvement and self-realization.

**Key words:** professional competence, future teacher, professional activity.

### Вступ

В Україні демократичні зміни сприяли пошуку різних шляхів розвитку інновацій багатогранного суспільства, його соціальних інститутів, технологій інноваційного розвитку, професійної підготовки майбутнього педагога та системи вищої освіти. Вища школа зорієнтована на якісну підготовку студента, що адаптується до змін, які відбуваються на ринку праці. Важливим завданням вищої педагогічної школи є підготувати такого конкурентоздатного фахівця, який компетентно, самостійно, креативно та гнучко вирішуватиме складні професійні завдання.

Мета – розкрити особливості формування професійної компетентності майбутніх педагогів.

### Результати дослідження

В основі професійної діяльності майбутнього педагога Нової української школи є його підготовка як високопрофесійного фахівця, що орієнтується на сучасні світові параметри освітнього процесу, вміє організувати навчальну діяльність школярів, розвиваючи в кожному з них особистість, навчаючи розв'язувати різні життєві ситуації. У працях О. Абдуліної, Ю. Бабанського аналізуються загальні закономірності сформованості професійної компетентності педагога. О. Бондаревська розробила основні положення виховання педагогічної культури особистості педагога. Дослідження Т. Белоусової, Н. Кузьміної, Ю. Кулюткіна присвячені проблемам вивчення професійно значимих якостей педагога. Наукові праці А. Сбруєвої, М. Лазарева, І. Проценко, О. Козлової та ін. присвячені професійному самовдосконаленню та самовихованню педагогів. О. Скиба О. і С. Коваленко пов'язували особливості професійної діяльності та професійні параметри з фізіологічними особливостями майбутнього фахівця. М. Бикова, Д. Будянський у своїх працях досліджували педагогічне спілкування – одну із складових професійної педагогічної діяльності.

Під час навчально-виховного процесу професійний та компетентний педагог позитивно впливає на формування школярів, у професійній діяльності отримує кращі результати, а також сприятиме реалізації своїх професійних можливостей (діяльність нових освітніх установ: ліцеїв, гімназій, шкіл з поглибленим вивченням навчальних предметів). Впродовж професійної діяльності компетентність педагога завжди розвивається та вдосконалюється. Це значно актуалізується реалізуючи Концепцію «Нова українська школа», коли педагог готується та працює в нових умовах. Якщо навчання відбуватиметься у вищому навчальному закладі в умовах, наближених до реальної професійної діяльності, то сформується новий педагог – ініціативний, креативний, самокритичний. Вчитель повинен володіти не тільки глибокими знаннями основних наук, але й постійно вдосконалювати свої професійні вміння та навички. Тому педагог Нової української школи, щоб для якісного виконувати свої основні функції та виправдати довіру батьків щодо виховання школярів повинен мати якісну професійну підготовку.

Педагог повинен володіти фаховими науковими знаннями, знати психологію та педагогіку (В. Сухомлинський), а ще володіти основами педагогічної майстерності [1]. Кожна професія

вимагає від людини, яка ще не оволоділа певною професією, мати відповідні базові якості, які сприятимуть формуванню професіоналізму в певній діяльності. Концепція Нової української школи виокремлює такі основні якості, які повинен мати вчитель: любити дітей, вміти бачити у них юних громадян, які мають безліч можливостей тощо [2]. Педагог повинен бути стриманим, не приймати необдуманих рішень, особливо у збудженому стані. Вчитель повинен мати організаторські здібності, вміти працювати в дитячому колективі. Педагог має організувати для різних видів діяльності не тільки себе, але й школярів, а також повинен мати глибокі знання у межах своїх навчальних дисциплін і з різних галузей [3]. Тому він має мати високу працездатність, креативність і бути вимогливим не тільки до інших, а й до себе.

Виокремлюють такі аспекти професійної компетентності педагога: спеціальна (у галузі предмета, який викладається); методична (у галузі засобів формування предметних компетентностей учнів); психолого-педагогічна (у сфері освітньої діяльності); аутопсихологічна (рефлексія у сфері педагогічної діяльності). Сучасний педагог повинен постійно самовдосконалюватись, швидко засвоювати нові знання, освоювати сучасні технології та відповідати новим вимогам, які ставить перед ним суспільства. Він не є джерелом знань, а повинен навчити школярів самим організовувати процес засвоєння знань.

#### **Висновки**

Отже, формування майбутнього педагога та його інтересів повинно здійснюватись перелаштуванням вузько-предметного викладу в навчальному процесі на креативний підхід і професійно-зорієнтовану особистість, її ціннісні орієнтації.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Будянський Д. В. Напрямки використання здобутків риторики в процесі розвитку риторичної культури викладача вищого навчального закладу. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Педагогіка. Соціальна робота. 2017 Вип. 1, 38-41.
2. Нова українська школа [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mon.gov.ua>
3. Вознюк О. В. Сучасні наукові підходи як методологічні засади компетентнісного підходу в освіті. Професійна педагогічна освіта: компетентнісний підхід: Монографія / За ред. О. А. Дубасенюк. Житомир: Вид-во ЖДУ ім.І.Франка, 2011. 213 с.

*Замрозевиц-Шадріна Світлана Романівна, доктор педагогічних наук, доцент, доцент кафедри фахових методик і технологій початкової освіти Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, e-mail: sveta19sveta80@gmail.com*

*Svitlana Zamrozevych-Shadrina Doctor of Pedagogical Sciences, associate professor at the department of professional methods and technologies of Primary Education Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, e-mail: sveta19sveta80@gmail.com*

## Проектний підхід до додаткової підготовки студентів ІТ спеціальностей із використанням конкурсного грантового фінансування регіональними ІТ компаніями

Вінницькій національний технічний університет; ТОВ «Фірма ВІАСОФТ»

### Анотація

Погляд директора невеликої Вінницької ІТ компанії з 30-ти річним стажем та наукового здобувача ВНТУ на збільшення кількості компетентних випускників ІТ спеціальностей та покращення рівня їх підготовки. Наводиться думка автора щодо причин ситуації та пропонується новий підхід для додаткової підготовки. Ключовою ідеєю є створення грантового фонду, який буде фінансувати невеликі практичні ІТ проекти, які дозволять залучити студентів та викладачів до спільної практичної роботи. Запропоновано механізми: наповнення фонду (за рахунок ІТ компаній та, можливо, місцевих бюджетів і інших донорів), подачі проектних заявок та їх розгляду, відбору команд, бюджетування проектів, порядок проведення фінального конкурсу, та розподіл призових коштів для переможців. Розглянуто питання інтелектуальної власності на результати робіт та запропоновані засади балансування інтересів сторін.

**Ключові слова:** Грант, проект, ІТ, інформаційні технології, конкурс, практика, освіта, фінансування

### Abstract

Proposition of the director of a small Vinnytsia IT company with 30 years of experience and a researcher of VNTU for increasing the number of competent graduates of IT specialties and improving the level of their training. The author's opinion on the causes of the situation is given and a new approach for additional training is proposed. The key idea is to create a grant fund, which will finance small practical IT projects that will involve students and teachers in joint practical work. Mechanisms are proposed: replenishment of the fund (at the expense of IT companies and, possibly, local budgets and other donors), submission of project applications and their consideration, selection of teams, budgeting for projects, the procedure for the final competition, and distribution of prizes for winners. The issue of intellectual property for the results of works is considered and the principles of balancing the interests of the parties are proposed.

**Keywords:** Grant, project, IT, information technology, competition, practice, education, financing

### Вступ

ІТ фахівців не вистачає при високих зарплатах. Охочих стати програмістом багато. Конкурс на ІТ спеціальності величезний. При цьому якість ІТ / STEM навчання в університетах не в повній мірі відповідає вимогам часу. Значна доля студентів (на думку автора – половина) виходять із ЗВО некомпетентним або навіть демотивованими та професійно непридатними. Ця ситуація здається парадоксальною лише на перший погляд. На думку автора, це зумовлено низкою причин, зокрема: катастрофою із фінансування роботи викладачів; не відповідності освітніх програм вимогам часу; браком практичних завдань із використанням сучасних інструментів.

Для вирішення проблеми, автор пропонує регіональним ІТ компаніям створити спільний грантовий фонд для підтримки талановитих викладачів (і студентів) через фінансування проектів. Розрахунки грантового фонду наведені на прикладі Вінницького регіону, однак, на думку автора, вони можуть бути відповідно масштабовані на інші регіони. Акцент зроблено на регіональному підході зокрема із урахуванням процесів децентралізації управління, які відбуваються в Україні. Запропонований підхід балансує інтереси всіх сторін. Система грантів може функціонувати як із додатковим залученням державного (або зовнішнього донорського) фінансування так і без такого додаткового фінансування (за рахунок внесків ІТ компаній). За основу підходу взята система грантів Євросоюзу, про яку автор має практичне уявлення.

### Проблема нестачі фахівців

Швидкість зростання ІТ індустрії в цілому (і кожної окремої ІТ фірми зокрема) зараз в першу чергу обмежена кількістю програмістів, а не замовлень. Це логічно, тому що в переважній більшості випадків саме програмісти дають предмет роботи тестувальникам, дизайнерам і т.д. Брак програмістів стримує зростання індустрії: Все це також перегріває ринок зарплат, що може привести до «міграції проектів» в інші країни. Від цих проблем страждають всі українські ІТ фірми (і Вінницькі, зокрема).

Навчити програміста найприродніше в університеті, протягом 4 (5) років. Курси "Увійти в ІТ за 3 місяці" це краще, ніж нічого, але (не дивлячись на вражаючі виключення) хороших програмістів курси випускають мало (за браком часу на фундаментальну підготовку). Наразі більшість програмістів - це випускники університетів. Згідно даних DOU, на рівні Senior Developer (або вище), таких близько 95% [1]. Таким чином, головна причина проблеми - це недостатня якість ІТ навчання в університетах.

#### Причини проблеми

На думку автора, проблема має наступні причини (в порядку зменшення важливості):

- 1) Неадекватні рівні зарплат викладачів в університетах. Фактична ситуація відображає думку, що ІТ фахівця із зарплатою 2000 USD повинен готувати викладач університету, який одержує зарплату 500 USD. У більшості випадків талановитий викладач піде з університету і буде працювати простим програмістом. Це призводить до ситуація -1 викладач +1 програміст. І це при тому, що десяток викладачів можуть навчати сотні програмістів щорічно, що в десятки разів ефективніше (для бізнесу та індустрії в цілому).
- 2) Програма навчання неадекватна сучасним завданням. Тексти вакансій рясніють назвами трендових фреймворків, бібліотек та інструментів. React, Node.js, Spring, Hadoop, NoSQL, TensorFlow, PyTorch, Vue.js та інше - пошукайте ці назви в програмах навчання університетів. Нажаль, їх там майже немає. Безумовно, фундаментальна освіта критично важлива: алгоритми, структури даних, C/C++, Java, C# все це потрібно для формування фахової компетентності. Але також потрібні і реальні проблемно-орієнтовані речі, які сьогодні в тренді. Чому їх немає? Колосальна інерція щодо змін програм навчання в ЗВО та складність вибору «чому вчити» призводить до того, що університети готують фахівців які у кращому випадку мають фундаментальну підготовку, але не мають потрібних ринку практичних навичок.
- 3) У молодих фахівців немає досвіду роботи. Їх доводиться додатково навчати, на що витрачається час більш кваліфікованих співробітників, що, як відомо, коштує чималих грошей для ІТ компаній. Фахівець із досвідом роботи набагато цінніше саме тому, що не потрібно витрачати час (= гроші) на його підготовку.
- 4) Мотивація студентів молодших курсів. Молодь, природньо, крім навчання бажає жити соціальним життям. Стипендія в Україні ~50 USD, а молодій людині хочеться фінансової незалежності. Робота за фахом розпочнеться через 4 роки, що у 18 років сприймається як дуже віддалена перспектива. Студенту молодших курсів важно поєднати у своїй свідомості поняття «моя спеціальність» і «гроші зараз».

#### **Пропозиція нової форми додаткового навчання (грантового фонду)**

Автор пропонує створити грантовий фонд від місцевих ІТ фірм за європейською моделлю. Фірми вносять гроші в грантовий фонд і потім (в основному самі фірми) його розподіляють на фінансування проектів. Проекти для фінансування пропонуються (в більшості) самими фірмами (та відповідають їх інтересам). При виконанні проектів викладачі та студенти отримують додаткову зарплату, вирішуючи реальні завдання. Фонд балансує інтереси всіх сторін за прозорою процедурою.

#### Початкові дані для оцінки результатів (Вінниця)

У Вінниці (на ~350 тис населення) знаходиться ~50 ІТ фірм і сумарно ~3500 штатних ІТ співробітників [2]. У місті 2 університети (ВНТУ і ДонНУ), які сумарно випускають декілька сотень ІТ фахівців щорічно. На практиці, з випускників компетентних (на думку автора) хіба половина та майже всі вони без досвіду роботи.

#### Постановка задачі

Потрібно збільшити вихід кваліфікованих програмістів та поліпшивши якість викладання. Для цього талановиті викладачі повинні оплачуватися на рівні, співвідставним із рівнем зарплат в ІТ індустрії. Крім того, потрібно дати студентам реальний досвід роботи в сучасних проектах на реальних інструментах. Система має працювати і без державної підтримки (хоча така підтримка буде плюсом). Для виконання цих завдань створюється регіональний грантовий фонд, який фінансує студентські проекти, якими керують викладачі.

## Порядок роботи фонду

### Наповнення фонду

Фонд є неприбутковою ГО. Вінницькі ІТ компанії (донори) вносять до фонду по 36 USD на рік на співробітника (3 USD в місяць на співробітника, ~ 0.2% від витрат, менше ніж спортабонемент). У перспективі, до фонду можуть підключитися інші джерела фінансування (європейські донори, місцевий бюджет і т.д.), але для успіху проекту це не є критичним необхідним.

### Розподіл коштів

Річний бюджет фонду в Вінниці (якщо бере участь більшість ІТ компаній) складе близько 100'000 USD. Більша частина (80%) розподіляється на грантові проекти, далі частина йде на призовий фонд для успішних проектів (15%), залишок (5%) йде на потреби самого фонду (керівник, бухгалтер, офіс). Примітка щодо конфлікту інтересів: автор не претендує на керівну посаду в фонді, ІТ фірма автора готова бути донором на загальних засадах.

### Проекти, що фінансує фонд

Фонд щорічно (при бюджеті в 100'000 USD) фінансує 5 «великих» проектів по 8 місяців (кожен з бюджетом в 8'000 USD) і 10 «малих» проектів на 4 місяці (кожен з бюджетом в 4'000 USD). Якщо бюджет фонду збільшується, то кількість проектів (або їх бюджет) пропорційно зростає. Фірми висувують свої завдання (проекти), та викладачі (вчені) теж можуть висувати свої пропозиції для проектів. На 50% власних внесків до фонду фірма сама може вибрати проекти (можливо, свої власні). Решту грошей розподіляються через конкурс проектів (порядок відбору нижче). Це балансує інтереси бізнесу і вчених, які шукають фінансування власний ідей.

### Порядок виконання проектів

В команду проекту входить 1 викладач-керівник і 5 (або більше) студентів. Один студент може брати участь одночасно в не більше ніж 2-х проектах, викладач не більше ніж в 3-х.

### Бюджетування

Витрачання грошей проекту (1000 USD в місяць):

40% = Оплата викладача-керівника (400 USD в місяць)

25% = Оплата студентів (250 USD, із розрахунку 50 USD в місяць кожному)

10% = Фонд кафедри (100 USD)

10% = Фонд університету (100 USD)

15% = На розсуд керівника (150 USD): або більше команда студентів, або закупівля обладнання або сервісів (в т.ч. хмарних), або більше зарплата.

Податки утримуються із суми виплат (очікуваний рівень оподаткування ~25%).

## Учасники та їх вигоди

Система містить механізми балансування інтересів сторін. Через програму проходить щорічно 50-100 студентів, які отримують реальний досвід роботи і надбавку до стипендії. Викладачі в процесі практичної роботи заробляють додаткові кошти. У проектах використовуються ті інструменти, які реально потрібні фірмам.

### Вигоди ІТ компанії

Що отримують ІТ компанії? Наймання одного співробітника (або підготовка Junior) обходиться ІТ компанії приблизно в 2500 USD. Ці витрати складаються із витрат на HR, бонуси за знайдення співробітника, вартість додаткового навчання на проектний стек технологій і час на вливання в проект. Якщо співробітник переходить з компанії в компанію, платять обидві компанії – та, що отримала співробітника за наймання, та, яка втратила за наймання нового. Для молодих фахівців (Junior) ситуація ще складніша, достатньо порахувати скільки годин на піде на його навчання фахівцями Middle / Senior рівня. Також потрібно додати час на перевірку результатів його роботи (набагато більше частка code review) та ризики що людина не підійде і гроші будуть витрачені даремно. Сумарно 2500 USD для 50 осіб становить 125'000 USD. Таким чином донори витрачають 100'000 USD, отримують співробітників з досвідом на суму 125'000 USD. Більш того, половина грошей, які йдуть в фонд повертається ІТ компаніям у вигляді фінансування їх же власних проектів. Не кажучи про те, що загальна якість підготовки фахівців зростає, отже знижуються витрати на їх додаткове навчання.

### Вигоди викладачів

При участі у грантовій програмі викладачі отримують гідну зарплату (зарплата разом з парою грантів переступає психологічний поріг в 1000 USD). У вузах нарешті починають залишатися перспективні аспіранти, так як можуть знайти фінансування для своїх ідей. Знижується корупція, так як на зарплату викладача (плюс гранти) стає можливо достойно прожити.

### Вигоди студентів

Студенти-учасники отримують досвід роботи, перспективи працевлаштування (ще в університеті) + додаткові «кишенькові гроші» (пара проектних грантів дає суму більше, ніж стипендія).

Інші студенти також отримують додаткові можливості. Викладачі можуть залучати в проект (без оплати) додаткових студентів-волонтерів (наприклад, перших-других курсів) в якості перспективних кандидатів на проекти наступних років. Система визначення переможців стимулює таку діяльність. Ці студенти отримують досвід, знання і перспективи.

### Вигоди університетів

Університети отримують додатковий фінансовий ресурс (значна доля бюджету проектів іде до фонду ЗВО та кафедр). Підвищується рівень мотивації викладачів та підготовки фахівців.

### Вигоди громади

Громада отримує швидке зростання місцевої ІТ індустрії. Це призводить до притоку фінансів в регіон, створює нові робочі місця і більше податків.

### Вигоди держава

Цей проект може відбутися і без державної підтримки. Однак, місцева влада може долучитись і (наприклад) зробити внесок до фонду, як донор. Така підтримка можлива, завдяки тому що на молодіжні творчі проекти передбачена відповідна бюджетна стаття, яка узгоджена із діяльністю грантового фонду.

## **Порядок конкурсу проектів**

### Порядок конкурсу проектів

Проекти вибираються щороку. Фірми та викладачі надсилають до фонду свої ідеї для проектів з 1 травня до 15 вересня. Усі які проекти публікуються у мірі надходження.

До кінця жовтня місяця формуються проектні команди (1 викладач та 5+ студентів) і заявляються на проекти. Одна і та сама людина може заявлятися в декількох командах на різних проектах.

### Етап відбору фірмами

Протягом листопада місяця йде відбір - фірми відбирають проекти, які вони бажають профінансувати за рахунок 50% своїх внесків (в тому числі це можуть бути власні проекти цих фірм). Це дозволяє фірмам на половину свої внесків оплатити свої власні проекти.

Примітка: до 15 жовтня виконується захист проектів минулого року, тому на цьому етапі фірми матимуть інформацію про те, як команди захищали проекти минулого року, що спрощує вибір.

Пріоритетність відбору проектів і команд - в порядку величини внеску фірми (донор, що вніс до фонду більше, має більший пріоритет). Як правило, до цього моменту вже прийнято попередньо рішення що фірма хоче профінансувати і проведені переговори з командами.

Якщо 50% внеску фірми на все проект (и), які вона хоче здійснити не вистачає, фірма може додатково внести необхідну суму за один недофінансований проект.

Вибирати виконавця фірма може тільки з команд, які заявили на конкретний проект і тільки за умови, що учасники команд (на момент вибору) не перевищили свій ліміт участі (студенти: максимум 2 проекти, викладачі: максимум 3 проекти). При перевищенні ліміту участі, (за погодженням з фірмою донором) в команді допускається заміна керівника або до 2-х студентів (на тих, у кого ліміт участі не перевищено). Спірні ситуації вирішує голосуванням наглядова рада фонду.

### Етап відбору голосуванням

Решта бюджету розподіляється між рештою проектів (для яких доступні команди-виконавці) шляхом голосування. Голосування йде (онлайн) в до 15 грудня. Кожна фірма-донор отримує 15 голосів. У журі також входять всі учасники (включаючи студентів) чії проекти були обрані на попередньому етапі. У кожного студента один голос, у кожного викладача 5 голосів. Проект, який декларує публікацію результатів OpenSource отримує +10% до числа голосів.

Після голосування проекти сортуються в порядку зменшення голосів. При однаковій кількості голосів пріоритет у проекту, який поданий раніше. Команду - виконавця вибирає заявник проекту, після цього вибір переходить до наступного проекту (з доступною командою) в списку.

#### Фінал

Підсумки голосування оголошуються 20 грудня.

### **Порядок виконання та захисту проектів**

#### Процедура фінансування

Проекти отримують фінансування з 1 січня наступного календарного року і повинні закінчитися до 15 жовтня. Фінансування здійснюється із спеціального окремого розрахункового рахунку фонду (доступ до перегляду виписки цього рахунку мають всі донори). Частки університету та кафедри перераховується на їхні рахунки (субрахунки).

#### Захист та призовий фонд

Щороку 15 жовтня виконується захист профінансованих проектів.

За результатами вибирається трійка переможців по КРІ, які ділять призовий фонд за схемою 50% / 30% / 20% для першого / другого / третього місця відповідно. Призи виплачуються команді проекту як премія, пропорційно до зарплати.

#### Порядок вибору переможців

Критерії якості проекту (КРІ) при виборі переможця:

Досягнення мети проекту: 0..100 балів (оцінка експертами)

Опція: Публікація коду в open source с free license: +20 балів

За кожного студента-учасника проект отримує +5 балів.

За кожного студента-волонтера проект отримує +10 балів.

Додаткові бали (за кожного студента):

Студент-учасник, який бере участь вперше: +5 балів

Студент-учасник, який вперше отримав ІТ працевлаштування (повна чи 50% неповна зайнятість) та отримав не менше однієї місячної зарплати (підтвердження від роботодавця) до моменту завершення проекту: +20 балів

Студент-учасник, який не отримав за час проекту оцінки менше «добре» при здачі сесій: +10 балів (надається копія залікової книжки)

Студент-учасник, відрахований за час проекту за неуспішність: -30 балів

Опція: Якість програмного коду студента-учасника або студента-волонтера (для кожного студента необхідно надати не менше 1000 рядків коду для аналізу): до +20 балів (оцінка експертами)

Студент, що не відповів на релевантні питання за написаним ним кодом в процесі захисту проекту: до -30 балів

Плагіат: Дискваліфікація

### **Інтелектуальна власність результатів**

ІР на проекти, які фінансуються фірмами-донорами безпосередньо, належать фірмі-донору (якщо в умовах проекту не передбачено інше).

ІР на проекти, які фінансуються за вибором голосуванням визначається умовами які вказав його заявник (за замовчуванням: open source із відкритою MIT license).

### **Список використаної літератури**

1. Статистика зарплат програмістів, тестувальників і РМ в Україні | DOU [Електронний ресурс] // DOU. — Режим доступу: <https://jobs.dou.ua/salaries> (дата звернення: 30.06.2022). — Назва з екрана. Дані за грудень 2021 [https://github.com/devua/csv/blob/master/salaries/2021\\_dec\\_raw.csv](https://github.com/devua/csv/blob/master/salaries/2021_dec_raw.csv)
2. Vinnitsya City IT Companies. Data for 2019. [Електронний ресурс] // technopark.vn.ua. — Режим доступу: <http://technopark.vn.ua/technology/vinnitsia-city-it-companies/> (дата звернення: 30.06.2022). — Назва з екрана.

*Електронне наукове видання*

Міжнародна науково-методична Інтернет-конференція  
Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності (2022)

11-12 жовтня 2022 року

Збірник матеріалів

Матеріали подаються в авторській редакції

Підписано до видання 27. 10. 2022 р.

Гарнітура Times New Roman.

Замовлення № P2023-061

Видавець та виготовлювач

Вінницький національний технічний університет,  
інформаційний редакційно-видавничий центр.

ВНТУ, ГНК, к. 114.

Хмельницьке шосе, 95,

м. Вінниця, 21021.

press.vntu.edu.ua,

E-mail:irvc.vntu@gmail.com.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.