



Донбаська державна машинобудівна академія

«МАТЕМАТИКА У ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ XXI СТОРІЧЧЯ»

**ДИСТАНЦІЙНА ВСЕУКРАЇНСЬКА
НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**15-16 травня 2019 р.
Краматорськ, Україна**



**Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія
Вінницький національний технічний університет
Дніпродзержинський державний технічний університет
Криворізький металургійний факультет
Національної металургійної академії України,
Приазовський державний технічний університет
Інститут хімічних технологій Східноукраїнського
національного університету ім. В. Даля
Черкаський державний технологічний університет**



**ДИСТАНЦІЙНА ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ
«МАТЕМАТИКА У ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ XXI
СТОРІЧЧЯ»**

**15-16 травня 2019 р.
Краматорськ, Україна**

УДК 51(06)+378.147(06)+004(06)+51(091)
М34

Збірник наукових праць за матеріалами дистанційної всеукраїнської наукової конференції «Математика у технічному університеті XXI сторіччя», 15 – 16 травня, 2019 р., Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ. – Краматорськ : ДДМА, 2019. – 231 с.

Затверджено до публікації згідно з рішенням вченої ради Донбаської державної машинобудівної академії (протокол № 12 від 30.05.19)

Програмний комітет:

Акуленко І. А., доктор педагогічних наук, професор, Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького
Бевз В. Г., доктор педагогічних наук, професор, Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова, м. Київ
Власенко К. В., доктор педагогічних наук, професор, Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ
Гайдей В. О., кандидат фізико-математичних наук, доцент, Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ
Клочко В. І., доктор педагогічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет
Крилова Т. В., доктор педагогічних наук, професор, Дніпровський державний технічний університет
Кульчицька Н. В., кандидат педагогічних наук, доцент, Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника, м. Івано-Франківськ
Лиходєєва Г. В., кандидат педагогічних наук, доцент, Бердянський державний педагогічний університет
Лов'янова І. В., доктор педагогічних наук, професор, ДВНЗ «Криворізький державний педагогічний університет»
Матяш О. І., доктор педагогічних наук, професор, Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського
Михалевич В. М., доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет
Моторіна В. Г., доктор педагогічних наук, професор, Харківський національний педагогічний університет ім. Г.С. Сковороди
Петрук В. А., доктор педагогічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет
Семенець С. П., доктор педагогічних наук, професор, Житомирський державний університет ім. І. Франка
Семеріков С. О., доктор педагогічних наук, професор, ДВНЗ «Криворізький національний університет»
Скворцова С. О., доктор педагогічних наук, професор, ДЗ «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського», м. Одеса
Тарасенкова Н. А., доктор педагогічних наук, професор, Черкаський національний університет ім. Б.Хмельницького
Тімошин А. С., кандидат фізико-математичних наук, доцент, Інститут хімічних технологій Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, м. Рубіжне
Триус Ю. В., доктор педагогічних наук, професор, Черкаський державний технологічний університет
Хом'юк І. В., доктор педагогічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет
Холькін О. М., доктор фізико-математичних наук, професор, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»
Чашечникова О. С., доктор педагогічних наук, професор, Сумський державний педагогічний університет ім. А.С.Макаренка
Швец В. О., кандидат педагогічних наук, професор, Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова, м. Київ
Щерба А. І., кандидат фізико-математичних наук, доцент, Черкаський державний технологічний університет

УДК 51(06)+378.147(06)+004(06)+51(091)
М34

© Автори
© ДДМА, 2019

Шановні колеги!

Гарно дякуємо всім науковцям, магістрам, студентам та їх керівникам, які приєднались до роботи нашої конференції!

Сподіваємося, що конференція стала для Вас можливістю поділитись успішним досвідом, ознайомитися з новими ідеями та підходами в освіті, налагодити тісну співпрацю.

Особливу вдячність висловлюємо членам Програмного комітету за важливий внесок у розробку концепції та програми конференції. Завдяки Вашій підтримці конференція «Математика у технічному університеті XXI сторіччя» вже традиційно стає науковим заходом найвищого рівня.

Спасибі нашим закордонним колегам з Білоруського державного університету, м. Мінськ, які долучилися до роботи конференції та поширили свій досвід серед української педагогічної спільноти.

Ми вдячні студентам та аспірантам за креативні ідеї, активну позицію та творчий підхід. Віримо, що ідеї, висловлені Вами, найближчим часом знайдуть відображення в сучасних підходах викладання математичних дисциплін у закладах вищої освіти.

Сподіваємося на плідну співпрацю і в подальшій роботі. Бажаємо нових наукових успіхів і творчого натхнення!

**З повагою, оргкомітет
конференції "Математика в
технічному університеті XXI
сторіччя"**

УДК 517
МОДЕЛЮВАННЯ ДИФУЗІЇ ДРІБНИХ ЧАСТИНОК ЗВАЖЕНИХ У
ПЛОСКОМУ ПОТОЦІ В'ЯЗКОЇ РІДИНИ

В.М. Астахов¹, Г.С. Буланов²

¹Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: viktor.astaxov.45@gmail.com,

²Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: bgs@krm.net.ua

Розглянуто модель плоскої течії в'язкої нестисливої рідини в прямолінійному каналі з прямим уступом. Наближеним методом кінцевих різниць виконано розрахунок крайової задачі для системи Нав'є-Стокса. Поле швидкостей рідини використано в якості носія зважених часток що дифундують за законом броунівського руху. Досліджено залежність ефективності поглинання часток від в'язкості рідини.

A model of a plane flow of a viscous incompressible fluid in a straight channel with a straight ledge is considered. The approximate finite-difference method is used to calculate the boundary value problem for the Navier-Stokes system. The velocity field of a fluid is used as a carrier of suspended particles diffusing according to the Brownian motion law. The dependence of the absorption efficiency of particles on the viscosity of the liquid is investigated.

Постановка задачі. Досліджується модель поглинання зважених у в'язкому середовищі дрібних частинок, які досягають активної зони в результаті дифузії.

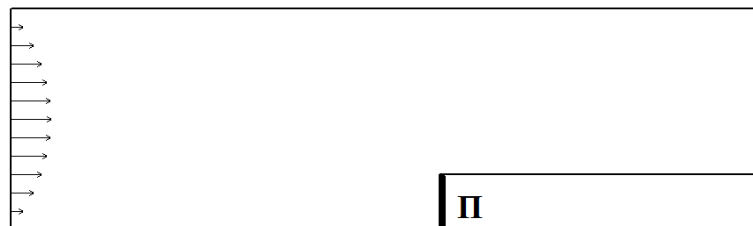


Рис. 1. Плоский потік

Розглянуто плоский потік в'язкої нестисливої рідини в каналі з прямим уступом (рис. 1). Рідина плине зліва направо з прилипанням до стінок каналу. Далеко від уступу потік прийнятий незбуреним, поле швидкостей на вході та на виході з каналу розподілено згідно із законом Пуазейля [3]. Прямий уступ створює область уповільнення швидкостей струму рідини, в результаті збільшується час пробігу дрібних частинок що дифундують у в'язкому середовищі. Це підвищує ймовірність досягнення цими частками поверхні П, що їх поглинає. Поставлено завдання - вивчити ефективність очищення потоку в залежності від в'язкості рідини.

Метод дослідження. Поле швидкостей рідини в усій області отримано розв'язанням системи Нав'є-Стокса в припущенні ламінарної адіабатної течії в'язкого середовища [3], коли інерційними членами рівнянь можна знехтувати

$$\nabla^2 \mathbf{u} = \frac{1}{\eta} \nabla p, \quad \nabla \mathbf{u} = \mathbf{0} \quad (1)$$

де \mathbf{u} – вектор швидкості, p – тиск, η – коефіцієнт динамічної в'язкості.

Для наближеного розв'язання системи (1) використаний метод кінцевих різниць з квадратною сіткою [1]. Якщо позначити h – крок сітки, кінцевих різниць, то система (1) матиме вигляд

$$\begin{cases} u_{i+1,j} + u_{i-1,j} + u_{i,j+1} + u_{i,j-1} - 4u_{i,j} = R(p_{i+1,j} - p_{i-1,j}), \\ v_{i+1,j} + v_{i-1,j} + v_{i,j+1} + v_{i,j-1} - 4v_{i,j} = R(p_{i,j+1} - p_{i,j-1}), \\ u_{i+1,j} - u_{i-1,j} + v_{i,j+1} - v_{i,j-1} = 0, \end{cases} \quad (2)$$

тут $R = \frac{h}{\mu}$, u, v – компоненти вектора швидкості, індекс i – номер вузла в напрямку вісі абсцис, індекс j – номер вузла в напрямку вісі ординат. Ці три рівняння записуються для кожного внутрішнього вузла сітки. Якщо вузлів в сітці вибрано n , то число рівнянь і невідомих в системі (2) дорівнює $3n$.

Множник R в численних експериментах варіювався в діапазоні [0.04, 0.3], в цьому інтервалі зберігалася обчислювальна стійкість системи (2) та безвихрове поле швидкостей у всій області каналу. Перепад тисків на вході і виході каналу вибирався таким, щоб при різних значеннях в'язкості абстрактної рідини її середня швидкість поблизу уступу зберігалася постійною. Цим вибором перепаду тисків зроблена спроба дослідження залежності коефіцієнта поглинання саме від в'язкості рідини, а не від інтенсивності її плин.

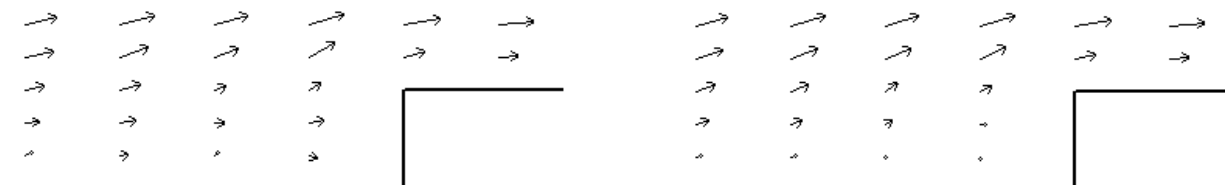


Рис. 2. Поле швидкостей поблизу прямого уступу

У лівій частині (рис. 2) показано поле швидкостей поблизу прямого уступу середовища з малою в'язкістю, а в правій частині – достатньо

в'язкого середовища. Можна помітити, що в'язке середовище значно уповільнює швидкість струму поблизу прямого уступу.

Рух зважених частинок моделювався за методом Монте-Карло [2], з урахуванням руху рідини і ваги дрібних частинок. Переносна швидкість потоку між вузлами сітки обчислювалася як середнє зважене векторів швидкості у найближчих вузлах. Переносний вектор зміщення частинок складався з броунівським вектором. Довжина вільного пробігу приймалася обернено пропорційній в'язкості середовища [4]. Гравітація враховувалася збільшеною на 0.04 ймовірністю переміщення дрібної частинки вниз по відношенню до ймовірності зміщення її вгору.

Результати досліджень.

Населеність областей каналу при різних коефіцієнтах в'язкості потоку значно різняться.

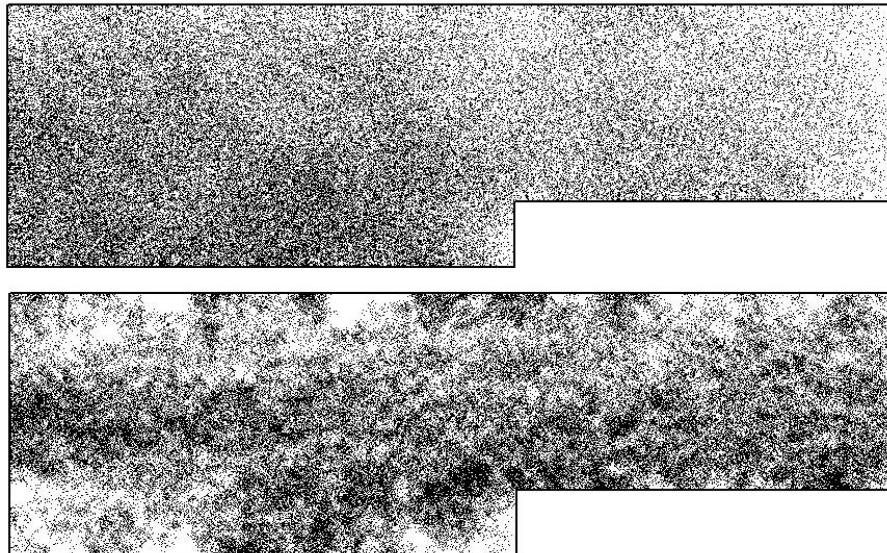


Рис. 3. Розподіл зважених броунівських часток

На верхньому малюнку (рис. 3) показано розподіл зважених броунівських часток в потоці середовища з малою в'язкістю – практично рівномірно заповнена вся область каналу з невеликим підвищенням густини вниз за рахунок гравітації. На нижньому малюнку, що ілюструє розподіл часток в потоці більш в'язкої рідини, більша густина частинок спостерігається в центральній частині каналу, де вище швидкості потоку, що превалюють над броунівським рухом. Стінки каналу для дрібних зважених частинок вважалися відбиваючими (за законом віддзеркалення променя). Математичною моделлю фільтрації, очищення середовища від зважених частинок була в розрахунках вертикальна стінка уступу (П на рис.1). Для кожної частинки приймалося дві можливості закінчити свій рух від стартової лівої межі каналу: а) досягти крайній правій границі каналу, б) торкнутися вертикальної стінки уступу (прийнято, що таку частинку

вилучено з потоку). Обчислювався відсоток частинок що закінчили рух способом «б» при різних коефіцієнтах динамічної в'язкості.

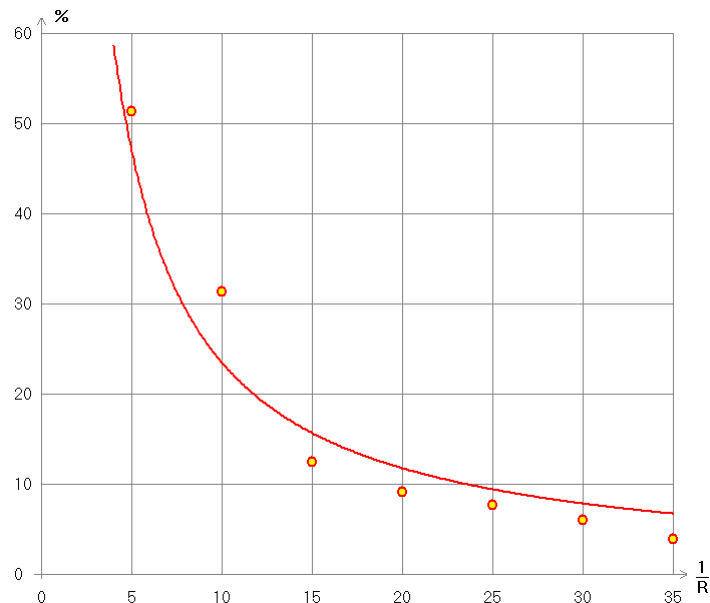


Рис.4. Залежність від в'язкості рідини

На (рис. 4) показана залежність від в'язкості рідини відсотка частинок вилучених таким чином з потоку рідини. Можна помітити, що ця залежність тільки якісно відповідає графіку зворотної пропорційності. Якщо знайти за методом найменших квадратів обернено пропорційну функцію, яка є найкращим наближенням до серії експериментальних точок, то її графіком буде червона крива, яка зображена на останньому малюнку. Отже, кінематика середовища відіграє істотну роль в процесі дифузії разом з в'язкістю середовища.

Література

1. Самарский А. А. Теория разностных схем / А. А. Самарский – М. : Наука, 1977 – 656 с.
2. Тюрин Ю. И. Имитационное моделирование диффузии атомов в кристаллической решетке методом Монте-Карло / Ю. И. Тюрин, Н. В. Чистякова// Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – 2009. том 314, № 2 – с. 314.
3. Гермидер О. В. Течение вязкой жидкости или газа в канале прямоугольного сечения / О. В. Гермидер, В. Н. Попов// Сборник научных трудов SWorld – 2015 – том 21, № 1 – с. 7.
4. Смирнов Б. М. Диффузия и подвижность атомных частиц в жидкости / Б. М. Смирнов, Э. Е. Сон, Д. В. Терешонок// ЖЭТФ. – 2017. - том 152, вып. 5 – с. 2017.

УДК 517

ПРО ОПТИМІЗАЦІЮ ДЕЯКИХ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ РЕКЛАМНОЇ КОМПАНІЇ З "ЕФЕКТОМ ДОКУЧАННЯ

В.М. Астахов¹, Г.С. Буланов²

¹Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: viktor.astaxov.45@gmail.com,

²Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: bgs@krm.net.ua

Розглянуто математичну модель рекламної кампанії. В рамках моделі розроблений алгоритм визначення моменту часу оптимального рівня впливу реклами.

The mathematical model of an advertising campaign is considered. In the framework of the model an algorithm for determining the time of the optimum level of influence of advertising is developed.

До попередніх досліджень. В роботі [3] було розглянуто простий математичний апарат дозволяє моделювати динаміку прискорення збуту продукції після поширення рекламної інформації.

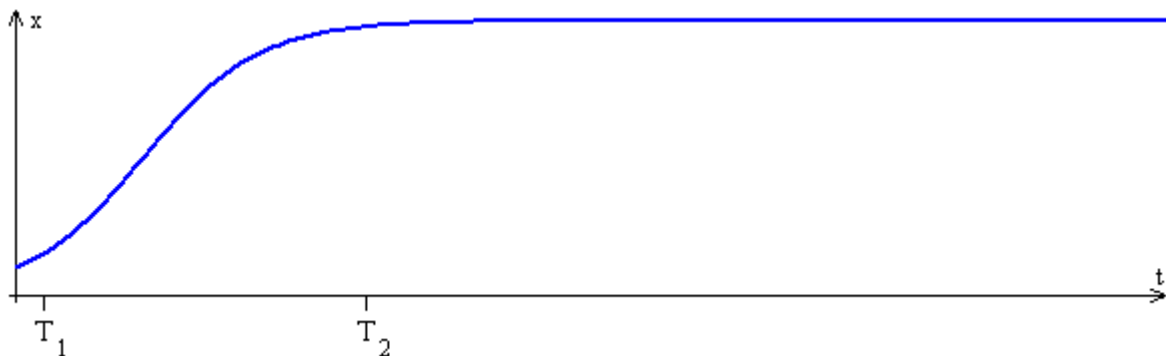


Рис.1. Логістична крива

Логістична крива (рис. 1) описує три фази поширення інформації. Формування бази інформації, тобто період "розкручування" реклами $[0, T_1]$ – повільне і поступово зростаюче поширення інформації. Бурхливе зростання – ця фаза відбувається на часовому інтервалі $[T_1, T_2]$. Остання фаза - насичення (зростання сповільнюється) - стаціонарний режим. Ці фази дійсно характерні для більшості товарних ринків. З точки зору корпоративних фінансів цінність логістичної кривої полягає не стільки в описі динаміки ринків (поширення інформації), скільки в прогнозуванні їх майбутнього зростання.

До постановки задачі. Логістична крива має теоретичне значення, як складова частина багатьох моделей, але на практиці необхідно враховувати додаткові чинники що впливають на сприйняття реклами. Розглядається математична модель впливу реклами на діяльність фірми, що виробляє однорідний товар, з урахуванням того ефекту, що при повторенні реклами вона починає "набридати" і для відновлення її дії на покупця потрібна зміна "рекламного ролика" або новий обсяг інвестицій.

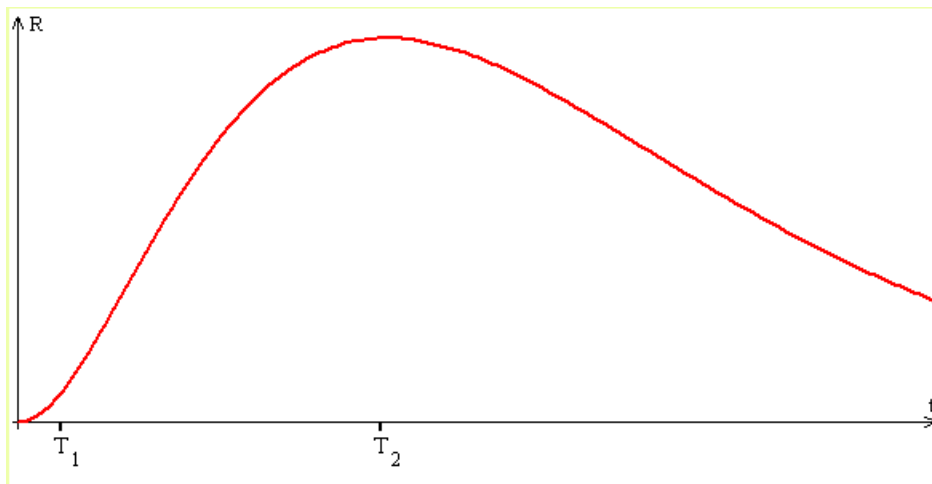


Рис.2. Функція $R(t)$

В роботі ставиться задача: як математично визначити той момент часу T_2 у стаціонарному режимі, при якому повинна бути зміна "рекламного ролика".

Метод розв'язання. В якості моделі, що визначає залежність впливу реклами від часу, береться модель [1] ефективності реклами, яка призводить до рівняння

$$\frac{dR(t)}{dt} + k(t)R(t) = \alpha(t) \quad (1)$$

де $R(t)$ – величина, яка характеризує ефективність реклами,

$\alpha(t)$ – обсяг інвестицій в рекламу,

$k(t)$ – коефіцієнт, який відображає ефект "докучання реклами".

Розглянемо окремі випадки функцій $k(t)$ и $\alpha(t)$. Нехай

$$k(t) = \frac{2t}{1+t^2}, \quad \alpha(t) = c = const.$$

Тоді рівняння (1) є лінійним диференціальним рівнянням першого порядку. Інтегруючи це рівняння на інтервалі $[0, T]$, отримаємо функцію $R(t)$ у вигляді

$$R(t) = c \frac{3t + t^3}{3(1 + t^2)} \quad (2)$$

Можна переконатися, що $R(t)$ має властивості (рис. 2):

1. Монотонно зростає на інтервалі $[0; T]$.
2. Відображає властивості ефективності реклами і логістичної кривої.
3. Процес ефективності реклами є еластичним за часом.

В якості критерію оптимальності візьмемо: $\max R(t) = N$, де N – число потенційних покупців. Тоді при $t = T$, $R(t) = N$. У підсумку, приходимо до рівняння

$$cT^3 - 3NT^2 + 3cT - 3N = 0 \quad (3)$$

Позначимо корінь цього рівняння T_2 . Можна показати, що рівняння (3) має єдиний корінь. Це число $t = T_2$ і визначає оптимальний рівень впливу реклами в "стаціонарному режимі". Більш загальний випадок вибору функцій $K(t)$ і $\alpha(t)$ вимагає серйозних чисельних методів розрахунку.

Висновки

1. У деяких окремих випадках визначено момент часу оптимального рівня впливу реклами.

2. Визначено умову, за якої потрібно робити інвестиції для ефективності реклами $\alpha(t) = NK(t)$.

Література

1. Астафьева Е.В., Терпугов А.Ф. Модель рекламной компании с эффектом «надоения» рекламы // Вестник Томского государственного университета, декабрь 2004. № 284. - с.34-37

2. Высшая математика для экономистов: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / [Н.Ш. Кремер и др.]; под ред. проф. Н.Ш. Кремера. - 3-е изд. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. - 479 с.

3. Астахов В.М., Буланов Г.С. Порівняльний аналіз математичних моделей рекламної кампанії Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності конференція ВНТУ2018 Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/pmovc/pmovc/paper/view/5510>

УДК 51
ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ ЕЛІПТИЧНОГО ТИПУ У
ГЕОМЕТРИЧНИХ, ФІЗИЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАДАЧАХ

В.М. Астахов¹, Є.С. Зозуля²

¹Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: viktor.astaxov.45@gmail.com

²Інститут прикладної математики і механіки, Слов'янськ
e-mail: albelgen27@gmail.com

У даній роботі привертаємо увагу читачів до теми, що стосується важливого напрямку математики – диференціальних рівнянь з частинними похідними, а саме еліптичних рівнянь та їх застосувань при описуванні фізичних процесів, що протікають у просторі R^n , $n \geq 2$ незалежно від часу (стаціонарних процесів). Наводимо типи рівнянь, які виникають при розв'язуванні різних задач прикладного змісту. Вказуємо сучасні методи дослідження розв'язків рівнянь, та визначаємо деякі перспективи подальших досліджень.

In this article we draw readers' attention to the topic concerning the important direction of mathematics - differential equations with partial derivatives, namely, elliptic equations and their applications in describing physical processes occurring in space R^n , $n \geq 2$ regardless of time (stationary processes). We demonstrate the types of equations that arise when solving various problems of applied content. We indicate modern methods of studying equations solutions, and we define some perspectives of further research.

Процеси, що виникають в природі описуються рівняннями. У ході вивчення математичних моделей фізичних явищ або процесів широко використовуються інтегральні та інтегро-диференціальні рівняння, варіаційні та теоретико-ймовірнісні методи, теорія потенціалу, методи теорії функцій комплексного змінного і ряд інших розділів математики.

Класичні задачі математичної фізики в лінійній постановці розглянуто на прикладах виведення рівнянь коливання одновимірної струни, поширення тепла в одновимірному стрижні, поширенні тепла в нерівномірно нагрітому твердому тілі, поширення тепла в тривимірному просторі. Цей базовий набір задач має важливе світоглядне значення і показує місце дисципліни «Рівняння математичної фізики» в загальній структурі математичних дисциплін.

Сучасна загальна теорія диференціальних рівнянь займається не тільки лінійними рівняннями [2], а й спеціальними класами нелінійних рівнянь. Приведемо деякі приклади використання еліптичних рівнянь з частинними похідними.

$$\mathfrak{N}u = nH(1 + |\nabla u|^2)^{\frac{3}{2}} \quad (1)$$

Рівняння (1) є рівнянням поверхонь із заданою кривиною, де $\mathfrak{L}u$ - еліптичний оператор [1, с. 242], ∇u - градієнт функції, $H(x)$ - середня кривина функції u у точці x .

$$\rho = \left(1 - \frac{\gamma - 1}{2} |\nabla u|^2\right)^{\frac{1}{\gamma - 1}} \quad (2)$$

Рівнянням газової динаміки є (2), де $\rho = \rho(\nabla u)$ - співвідношення густини та швидкості.

$$\operatorname{div} \left(\frac{\nabla u}{\sqrt{1 + |\nabla u|^2}} \right) = k u \quad (3)$$

Рівняння (3) - рівняння капілярності. Диференціальні рівняння еліптичного типу застосовуються у теорії тріщин пластин та моделюванні горіння.

Для вивчення диференціальних рівнянь з частинними похідними перелік використовуваних математичних засобів значно розширюється: поряд з традиційними областями математики стали широко застосовуватися теорія операторів, теорія узагальнених функцій, теорія функцій багатьох комплексних змінних, топологічні і алгебраїчні методи. Розв'язати рівняння – це іноді складна математична задача. Тому у сучасній теорії диференціальних рівнянь з частинними похідними мова йде про неперервність, обмеженість, гладкість узагальнених розв'язків, причому результати завжди підтверджуються та узгоджуються щодо класичної теорії.

$$- \operatorname{div}(\omega(x) \cdot |\nabla u|^{p-2} \cdot \nabla u) = f(x) \quad (4)$$

На даному етапі рівняння з p -Лапласіаном (4) є вже дослідженим у випадку, коли вагова функція $\omega(x)$ є сталою величиною. Якщо ж дослідити вище вказане рівняння при змінній $\omega(x)$ (функції певного класу Маккенхаупта), то всі отримані результати будуть новими.

Отримання результатів щодо обмеженості та неперервності розв'язків надає можливості у перспективі використовувати методи обчислювальної математики для отримання чисельних розв'язків рівнянь.

Література

1. Гилбарг Д. Эллиптические дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка / Д. Гилбарг, М. Трудингер. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 464 с.
2. Ladyzhenskaya O.A. Linear and quasilinear elliptic equations / Ladyzhenskaya O.A., Uraltceva N.N. – New York, London: Academic Press, 1968.

УДК 517.9

**ІНВАРІАНТНА МНОЖИНА ОДНІЄЇ СИСТЕМИ
ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ, ЩО ЗАЗНАЄ
МИТТЄВИХ ЗБУРЕНЬ**

О.В. Вишенська

Національний транспортний університет, Київ
e-mail: mathkaf@ntu.edu.ua
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3360-8552>

Досліджується питання існування і стійкості інваріантної множини одного класу систем диференціальних рівнянь, що зазнають імпульсного збурення. Необхідність вивчення таких систем зумовлена багатьма прикладними задачами, наприклад, нелінійної механіки. Для відшукування інтегральної множини розглянутої системи застосовано ітераційний процес, описаний в [1]. Наведено достатні умови, за яких дана система рівнянь має асимптотично стійку інтегральну множину.

The subject matter of the article is to investigate the existence and stability of an invariant set of a class of systems of differential equations subject to pulsed perturbation. The need to study such systems is due to many applications, for example, nonlinear mechanics. The process described in [1] is used to find the integral set of the considered system. Sufficient conditions are given in which this system of equations has an asymptotically stable integral set.

Постановка проблеми. Еволюційні процеси, що зазнають короткочасної дії певних сил, зустрічаються у різних областях фізики, техніки, економіки. При математичному моделюванні таких процесів у випадках, коли їх еволюція є сукупністю відносно плавної зміни і короткочасних збурень, що трапляються час від часу, зручно не зважати на тривалість цих збурень і вважати їх миттєвими. Отримана при цьому математична модель такого роду еволюційного процесу є системою диференціальних рівнянь з імпульсним збуренням.

Важливим за своїм теоретичним та практичним значенням є вивчення властивостей розв'язків диференціальних рівнянь з імпульсним збуренням, а також множин цих розв'язків, що «вкривають» деякі поверхні розширеного фазового простору, котрі називають інтегральними поверхнями, або інтегральними множинами.

Аналіз актуальних досліджень і публікацій. Необхідність вивчення систем диференціальних рівнянь з розривними траєкторіями викликана перш за все запитами сучасної техніки, де імпульсні системи автоматичного регулювання, імпульсні обчислювальні системи займають помітне місце та інтенсивно розвиваються, розширюючи коло своїх прикладних застосувань. У [1-2] розроблено методи дослідження інтегральних множин систем диференціальних рівнянь з імпульсним збуренням.

Мета дослідження. Дослідити питання існування та асимптотичної стійкості інтегральних множин одного класу систем диференціальних рівнянь з імпульсним збуренням.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо систему диференціальних рівнянь з імпульсним збуренням

$$\begin{aligned} d\varphi/dt &= a(t, \varphi), dx/dt = A(t, \varphi)x + f(t, \varphi, x), t \neq \tau_i \\ \Delta x|_{t=\tau_i} &= B_i(\varphi)x + I_i(\varphi, x), \end{aligned} \quad (1)$$

в якій $\varphi = (\varphi_1, \dots, \varphi_m) \in \mathfrak{T}^m$, $x = (x_1, \dots, x_n) \in R^n$, $a(t, \varphi)$, $f(t, \varphi, x)$, $I_i(\varphi, x)$, $A(t, \varphi)$ - періодичні по t з періодом T і по φ_j , $j=1, \dots, m$, з періодом 2π функції, неперервні за сукупністю змінних і такі, що

$$\|f(t, \varphi, x) - f(t, \varphi, y)\| + \|I_i(\varphi, x) - I_i(\varphi, y)\| \leq L\|x - y\|.$$

Вважатимемо, що для всіх $i \in Z$

$$B_{i+p}(\varphi) = B_i(\varphi), I_{i+p}(\varphi, x) = I_i(\varphi, x), \tau_{i+p} = \tau_i + T$$

для деякого натурального p .

Досліджується питання існування і наближеного відшукування інтегральної множини системи рівнянь (1). Тобто, множини простору змінних t, φ, x

$$\mathfrak{z} = \{(t, \varphi, x) : x = u(t, \varphi)\},$$

де $u(t, \varphi)$ - неперервна по t ($t \neq \tau_i$) і φ функція, T - періодична по t і 2π - періодична по φ і така, що для будь-якого розв'язку $(\varphi_t(\varphi), x_{t_0}(\varphi, x_0))$ системи (1), який задовольняє при якомусь значенні $t = t_0$ рівність $x_t(\varphi, x_0) = u(t_0, \varphi_{t_0}(\varphi))$, виконується для всіх $t \in R$ співвідношення $x_t(\varphi, x_0) = u(t, \varphi_t(\varphi))$. Тобто, функція $u(t, \varphi)$ визначає інтегральну множину рівнянь (1), якщо для будь-якого розв'язку $\varphi_t(\varphi)$ першого із цих рівнянь правильні співвідношення

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} u(t, \varphi_t(\varphi)) &= A(t, \varphi_t(\varphi))u(t, \varphi_t(\varphi)) + f(t, \varphi_t(\varphi), u(t, \varphi_t(\varphi))), t \neq \tau_i, \\ u(\tau_i + 0, \varphi_{\tau_i}(\varphi)) &= (E + B_i(\varphi))u(\tau_i, \varphi_{\tau_i}(\varphi)) + I_i(\varphi_{\tau_i}(\varphi), u(\tau_i, \varphi_{\tau_i}(\varphi))). \end{aligned}$$

Хай матриця $A(t, \varphi)$ така, що для деякого α

$$\max_{\|x\|=1} \langle A(t, \varphi)x, x \rangle \leq \alpha \quad (2)$$

Для всіх $t \in R, \varphi \in \mathfrak{T}^m$, а матриці B_i такі, що для деякого $\beta > 0$

$$\max_{\|x\|=1} \langle (E + B_i^T(\varphi))(E + B_i(\varphi))x, x \rangle \leq \beta \quad (3)$$

для всіх $\varphi \in \mathfrak{T}^m$, $i = 1, 2, \dots, p$.

Теорема. Нехай в системі рівнянь (1), матриці $A(t, \varphi)$ і $B_i(\varphi)$ такі, що виконуються нерівності (2) і (3), причому α і β пов'язані співвідношенням: $\alpha + \frac{p}{T} \ln \beta < 0$. Тоді існує таке додатне число L_0 , що для всіх $0 \leq \alpha \leq L_0$ система рівнянь має асимптотично стійку інтегральну множину $x = u(t, \varphi)$. Функція $u(t, \varphi)$ є границею рівномірно збіжної послідовності функцій.

$$u^{(j)}(t, \varphi) = \int_{-\infty}^{\infty} \Omega_{\tau}^t(t, \varphi) f(\tau, \varphi_{\tau}(t, \varphi), u^{(j-1)}(\tau, \varphi_{\tau}(t, \varphi))) d\tau + \\ + \sum_{\tau_i < t} \Omega_{\tau_i}^t(t, \varphi) I_i(\varphi_{\tau_i}(t, \varphi), u^{(j-1)}(\tau_i, \varphi_{\tau_i}(t, \varphi)))$$

Тут $\Omega_{\tau}^t(t, \varphi)$ - матрицант системи рівнянь

$$dx/dt = A(t, \varphi_i(t_0, \varphi))x, \quad t \neq \tau_i, \\ \Delta x|_{t=\tau_i} = B_i(\varphi_{\tau_i}(t_0, \varphi))x,$$

$\varphi_i(t_0, \varphi)$ - загальний розв'язок першого із рівнянь (1).

Висновки та перспективи подальших досліджень у цьому напрямку. Виділено один клас систем диференціальних рівнянь з імпульсним збуренням, для котрих наведено ітераційну схему побудови інтегральної множини \mathfrak{T} , вказано області зміни параметрів системи, де ітерації збіжні. Отримані результати можуть застосовуватись при вивченні систем, що зазнають імпульсного збурення.

Література

1. Самойленко А.М. О сохранении инвариантного тора при возмущении // Изд. АН СССР. Сер. мат. – 1970. – 34, №6. – С. 1219-1240.
2. Самойленко А.М., Перестюк Н.А. Дифференциальные уравнения с импульсным воздействием. – Киев: Вища шк., 1987. – 288 с.

УДК 519.2

УМОВНІ ЙМОВІРНОСТІ В МЕДИЦИНІ

Н.В. Заболотна¹, В.В. Листопадова²

¹Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ
e-mail: nata.zabolotna@ukr.net

²Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ
e-mail: listopadovavv@gmail.com

В даній роботі розглянуто питання щодо можливостей застосування умовних ймовірностей у медичних науках; в загальному показана роль даних ймовірностей при встановленні діагнозу лікарем; використання правила Баєса як одного із методів знаходження умовних ймовірностей; наведено розбір формули Баєса на відповідному прикладі; зроблено висновки щодо важливості теореми Баєса й визначено її місце в медичній практиці.

In this paper we consider the question of the possibility of using conditional probabilities in medical sciences; shows the general role of these probabilities when establishing a diagnosis by a physician; using the Bayes rule as one of the methods of calculation conditional probabilities; give the analysis of the Bayes' formula in the corresponding example; make conclusions on the importance of Bayes' theorem and determinate its place in medical practice.

Умовні ймовірності – це ті ймовірності, величина яких залежить від величини іншої ймовірності. Концепція умовної ймовірності є однією з найбільш фундаментальних і однією з найважливіших в теорії ймовірностей, крім того саме цей вид ймовірностей є найбільш розповсюдженим. Але умовні ймовірності можуть бути досить слизькими і вимагати ретельної інтерпретації.

При розрахунках умовної ймовірності є одна вага річ, без якої не можливо отримати точний результат. А саме: задана умова завжди повинна обмежувати область, в якій має застосовуватися «не умовна» частина питання. Коли вас запитують: «Яка ймовірність того, що у вас є захворювання X , враховуючи те, що у вас є симптом Y ?» – важливо розуміти, що розрахунок ймовірності застосовується тільки до тих людей, у яких є симптом Y . Умовна ймовірність полягає в тому, щоб зрозуміти, що поняття «умовна» обмежує кількість і вид речей, які ви зобов'язані розглянути.

Отже, правило Баєса та інші методи знаходження умовних ймовірностей – це просто математичні засоби обмеження області, у якій проводяться розрахунки [4].

Томас Баєс був англійським священнослужителем і математиком, який залишив після себе трактат і теорему, що була опублікована посмертно (1764 р.) у науковому журналі «Філософські праці Королівського товариства», і стала основою того, що ми зараз називаємо

баєсівською статистикою (підмножина галузі статистики, що ґрунтується на баєсових імовірностях). Теорема Баєса, у концептуальному плані, описує, як попереднє переконання (гіпотеза, здогадка або передчуття) повинне оновлюватися у світлі нових доказів (спостережень, даних) таким чином, щоб не залишилося жодних протиріч. Іншими словами, теорема Баєса гарантує когерентність й обіцяє поступово збільшувати ступінь точності переконань. [3].

Якщо філософське підґрунтя теореми Баєса і є доволі глибоким, то її математика приголомшливо проста. У своїй базовій формі це всього лише алгебраїчне рівняння з трьома відомими змінними й однією невідомою. Однак ця проста формула здатна призвести до своєрідного прориву в прогнозах.

Нейт Сілвер та Елізер Юдковський написали про теорему Баєса в контексті медичного тестування, зокрема мамографії. Також вони зауважили, що люди доволі часто ігнорують первинну інформацію. Автори кажуть, що більша частина суспільства орієнтується лише на ту інформацію, яку легко отримати. У цьому випадку увага повністю зосереджується на новітній інформації й більша частина від загальної картини втрачається. Це унеможлиблює обробку вірогідності старої інформації для відображення нової.

Велика ідея теореми Баєса полягає в тому, щоб постійно оновлювати оцінки ймовірностей на основі необхідності. У своїй книзі «Сигнал і шум» Нейт Сілвер подає сучасний приклад, нагадуючи, що нова інформація часто є найбільш корисною саме тоді, коли ми ставимо її в ширший контекст уже відомого. Саме тому лікарі завжди опираються на те, що проходить через систему оцінювання ймовірностей [1].

Тепер вдамося безпосередньо до математичного запису формули Баєса. Розглянемо умовні позначення: H_1, \dots, H_n – можливі діагнози для хворого, A – ознака, що пов'язана з певним діагнозом, $P(A / H_i)$ – умовні ймовірності, де H_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) – прояви цієї ознаки при кожному діагнозі. Після того, як буде точно встановлено, що деяка ознака A присутня в пацієнта, ми зможемо обчислити умовну ймовірність кожного захворювання. Дана формула має загальний вигляд:

$$P\left(\frac{H_i}{A}\right) = \frac{P(H_i) P\left(\frac{A}{H_i}\right)}{\sum_{i=1}^n P\left(\frac{H_i}{A}\right)}$$

Наведемо приклад. Після первинного огляду пацієнта було встановлено три ймовірних діагнози: H_1, H_2, H_3 . За розрахунками лікаря, маємо такі ймовірності кожного з них: $P(H_1) = 0,5$; $P(H_2) = 0,17$; $P(H_3) = 0,33$. Можна зробити висновок, що найбільш можливим є перший діагноз.

Для уточнення даної гіпотези призначається, наприклад, аналіз крові, у якій очікується збільшення вмісту цукру. Це й буде наша подія A . За результатами попередніх досліджень відомо, що ймовірності збільшення вмісту цукру при кожному з захворювань: $P(A / H_1) = 0,1$; $P(A / H_2) = 0,2$; $P(A / H_3) = 0,9$.

Результат проведеного аналізу показав збільшення вмісту цукру (подія A сталася). Тепер можна знайти значення ймовірностей передбачуваних захворювань: $P(H_1 / A) = 0,13$; $P(H_2 / A) = 0,09$; $P(H_3 / A) = 0,78$. Робимо висновок, що найбільш вірогідним все-таки є не перший, а третій діагноз [2].

Хоча правило Баєса є доволі простим, та його часто ігнорують на практиці. Можливо, тому, що математика, яка лежить в основі даного правила, часто або розглядається дещо поверхнево в медичній підготовці, або ж просто залишається недооціненою.

Отже, в медичних науках теорема Баєса посідає надзвичайно важливе місце в логічній системі, яка лежить в основі процесів встановлення медичного діагнозу, особливо в автоматизованій та комп'ютерній діагностиці, оскільки дозволяє вирахувати вірогідність правильного встановлення діагнозу з урахуванням відповідних попередніх ймовірностей.

Література

1. Сілвер Н. Сигнал і шум. Чому більшість прогнозів виявляються хибними/ Н. Сілвер; пер. з англ.: М. Гоцацюк. – Київ: КМ-БУКС, 2018. – 544 с.
2. Элементы теории вероятностей и математической статистики: Учеб.-метод. пособие / Н.И. Инсарова, В.Г. Лещенко. – Мн.: БГМУ, 2003. – 66 с.
3. Bayes T. An essay towards solving a problem in the doctrine of chances/ T. Bayes. – London: Royal Society of London, 1764. – 370-418.
4. Hacking I. (2001). An Introduction to Probability, and Deductive Logic. Cambridge, England: Cambridge University Press – 8-52.

УДК 336.77.067

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ ПРИ ВИБОРІ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУ

Т.В. Іваненко

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ
e-mail: tivanenko2015@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7580-8483>, ResearcherID J-1197-2017

У статті розроблено математичну модель прийняття багатоцільового багатокритеріального рішення інвестором при виборі інвестиційного проекту. Застосовано метод аналізу ієрархій. На підставі моделі проведено розрахунок, зроблено висновки із отриманих результатів та сформульовано рекомендації інвестору щодо прийняття оптимального рішення.

In the article is shown a mathematical model of multipurpose decision solutions in case of selecting an investment project by an investor. The hierarchy analysis method is applied. On the basis of the model is made a calculation, conclusions are drawn from the results and recommendations for the investor are made for him to provide an optimal solution.

Інвестиційна діяльність завжди пов'язана з проблемою обмеженості інвестиційних ресурсів. Тому інвестор змушений приймати рішення, обираючи ту стратегію, яка найкраще відповідає його цілям та критеріям відбору. Задача прийняття багатоцільового рішення полягає у визначенні та одночасній оптимізації кількох параметрів, що впливають на кожну поставлену ціль. Ці параметри часто є не лише взаємопов'язаними, але й суперечливими.

Проблемам прийняття оптимальних рішень в умовах невизначеності і ризику присвячено багато робіт, наприклад, математичні моделі, що використовують при обґрунтуванні доцільності рішення, досліджено О.Ф. Волошиним та С.О. Мащенко [1]. Особливості прийняття інвестиційних рішень розглянуто у працях А.А. Пересади, Ю.М. Коваленка, С.В. Онікієнка [2] тощо.

Розглянемо задачу прийняття рішення з вибору інвестиційного проекту (ІІ) в умовах обмеженості капіталу. Нехай існує можливість реалізувати один із трьох ІІ, які характеризується різними обсягами очікуваного прибутку, а також різним ступенем ризику. Інвестор має на меті досягнення двох цілей: максимізації прибутку та одночасної мінімізації ризику. По кожному з проектів розраховано основні показники ефективності, які виступають критеріями оцінки: чиста приведена вартість проекту (*NPV*), дисконтований період окупності інвестицій (*DPP*), гранична норма дохідності (*IRR*) та індекс прибутковості (*PI*). Інвестор звертається за консультацією до трьох експертів, кожний з яких висловлює

свою суб'єктивну думку щодо розглядуваних ІІ, порівнюючи їх за цими чотирма критеріями. Водночас для інвестора думки експертів не є однаково важливими, оскільки залежать від авторитету експерта з точки зору інвестора.

Таким чином постановка задачі визначається трьома множинами:

1) множиною стратегій інвестора $S = (S_1, S_2, S_3)$, де S_i - прийняти i -ий проект та відхилити решту проектів ($1 \leq i \leq 3$);

2) функціоналом оцінювання $F = (F_1, F_2, F_3, F_4)$, що визначає кількість критеріїв, за якими здійснюється вибір;

3) множиною експертних оцінок $E = (e_1, e_2, e_3)$, кожна з яких визначає оцінки усіх альтернативних рішень за всіма критеріями.

Побудуємо ієрархію, яка за даних умов буде дворівневою (рис. 1). Критерії першого рівня – «експерти», їх позначимо e_1, e_2 та e_3 , а другого – «показники ефективності ІІ»: NPV, DPP, IRR та PI . Альтернативними рішеннями є прийняття одного із трьох проектів, їх позначимо I_{II}, II_{II} та III_{II} відповідно.

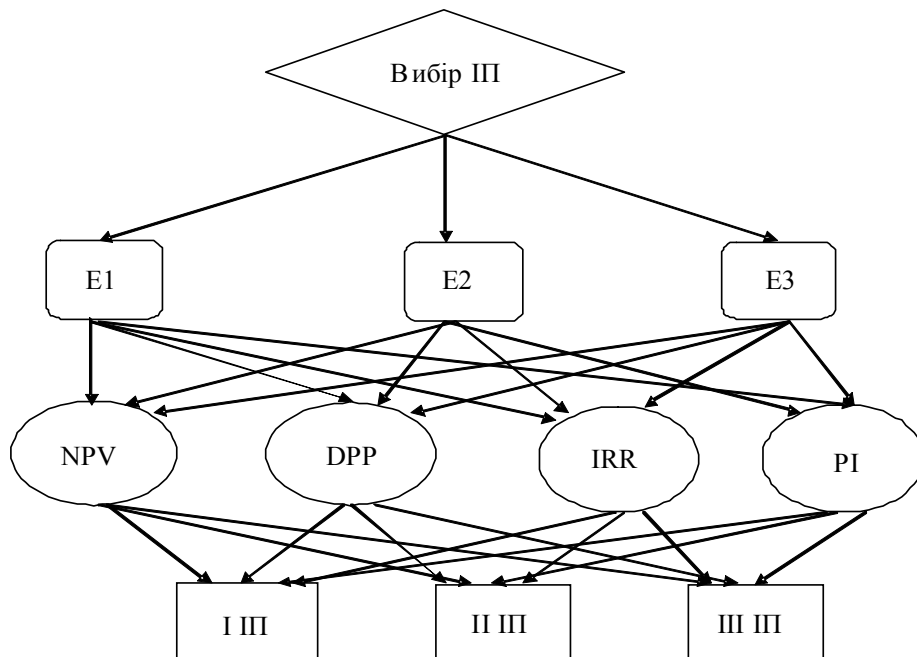


Рис. 1. Ієрархія прийняття рішення з вибору інвестиційного проекту

Для кожного з критеріїв як першого, так і другого рівнів складемо матриці парних порівнянь згідно з методом Т. Сааті [3]. Усі матриці є обернено симетричними. Для забезпечення узгодженості матриць складаємо їх шляхом наступного розрахунку: $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$, де w_i та w_j кількість

балів, яку присвоює експерт i -му та j -му об'єктам відповідно, що оцінюється за 9-бальною шкалою. Вищий бал означає більшу важливість. Після створення матриць парних порівнянь проводимо їх нормалізацію, яка полягає у діленні кожного елемента стовпця на суму елементів

стовпця. У випадку узгодженої матриці парних порівнянь нормалізована матриця матиме три однакових стовпці, елементи яких є ваговими коефіцієнтами, що відображують локальні пріоритети альтернатив за відповідними критеріями.

Почнемо з першого рівня ієрархії – експертів. Інвестор надав їм такі бали: $e_1 - 8$, $e_2 - 9$, $e_3 - 7$. Матриця парних порівнянь важливості думок експертів показана на рис.2 (ліворуч). У свою чергу кожний з експертів оцінює важливість критеріїв шляхом присвоєння їм балів від 1 до 4. Наприклад, перший експерт оцінив їх так: $NPV - 4$, $PI - 3$, $IRR - 2$, $DPP - 1$. Матриця парних порівнянь важливості критеріїв на думку експерта e_1 наведена на рис.2 (праворуч).

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|-----|-----|-------|-----|---|-----|-------|-----|-----|---|
| E = | <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>e_1</td> <td>e_2</td> <td>e_3</td> </tr> <tr> <td>e_1</td> <td>1</td> <td>8/9</td> <td>8/7</td> </tr> <tr> <td>e_2</td> <td>9/8</td> <td>1</td> <td>9/7</td> </tr> <tr> <td>e_3</td> <td>7/8</td> <td>7/9</td> <td>1</td> </tr> </table> | | e_1 | e_2 | e_3 | e_1 | 1 | 8/9 | 8/7 | e_2 | 9/8 | 1 | 9/7 | e_3 | 7/8 | 7/9 | 1 |
| | e_1 | e_2 | e_3 | | | | | | | | | | | | | | |
| e_1 | 1 | 8/9 | 8/7 | | | | | | | | | | | | | | |
| e_2 | 9/8 | 1 | 9/7 | | | | | | | | | | | | | | |
| e_3 | 7/8 | 7/9 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|-------|-------|-------|-------|------|-------|---|---|---|-----|-------|-----|---|-----|-----|-------|-----|---|---|-----|------|-----|---|-----|---|
| $e_1 =$ | <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>NPV</td> <td>DPP</td> <td>IRR</td> <td>PI</td> </tr> <tr> <td>NPV</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>4/3</td> </tr> <tr> <td>DPP</td> <td>1/4</td> <td>1</td> <td>1/2</td> <td>1/3</td> </tr> <tr> <td>IRR</td> <td>1/2</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2/3</td> </tr> <tr> <td>PI</td> <td>3/4</td> <td>3</td> <td>3/2</td> <td>1</td> </tr> </table> | | NPV | DPP | IRR | PI | NPV | 1 | 4 | 2 | 4/3 | DPP | 1/4 | 1 | 1/2 | 1/3 | IRR | 1/2 | 2 | 1 | 2/3 | PI | 3/4 | 3 | 3/2 | 1 |
| | NPV | DPP | IRR | PI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NPV | 1 | 4 | 2 | 4/3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DPP | 1/4 | 1 | 1/2 | 1/3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IRR | 1/2 | 2 | 1 | 2/3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PI | 3/4 | 3 | 3/2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Рис. 2. Матриця парних порівнянь важливості думок експертів та важливості критеріїв за оцінкою експерта e_1 .

Наступним кроком є оцінка кожним експертом кожного з трьох проектів за кожним з чотирьох критеріїв, за результатами якої побудовано матриці парних порівнянь ІІ та проведено їх нормалізацію.

На заключному етапі обчислено глобальні пріоритети альтернатив відносно мети шляхом лінійної згортки локальних пріоритетів усіх елементів [1. с 118]. Одержано наступні результати: перший інвестиційний проект отримав ваговий коефіцієнт 0.1974, другий – 0.3850, третій – 0.4176. Отже, інвестору слід прийняти третій інвестиційний проект, який є оптимальним для досягнення двох цілей: максимізації прибутку та мінімізації ризику.

Література

1. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень: Навч. пос./ О.Ф. Волошин, С.О. Мащенко – К., Київський університет, 2006 – 336 с.
2. Пересада А.А., Коваленко Ю.М., Онікієнко С.В. Інвестиційний аналіз: підручник / А.А. Пересада, Ю.М. Коваленко, С.В.Онкієнко. – К: КНЕУ, 2003.- 485 с.
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. / Томас Саати. - М.: «Радио и связь», 1993. - 278 с.

УДК 519.175

ПРО ЧИСЛО НЕІЗОМОРФНИХ ДВОКОЛЬОРОВИХ ХОРДОВИХ O-ДІАГРАМ РОДУ ОДИН З ТРЬОМА СІРИМИ ЦИКЛАМИ

О.А. Кадубовський

ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», Слов'янськ

e-mail: kadubovs@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2045-810X1>, ResearcherID B-9768-2015

Встановлено явні формули для підрахунку числа неізоморфних (нееквівалентних відносно дії циклічної групи порядку n) двокольорових хордових O -діаграм (з n хордами), які мають лише три сірих (або чорних) та $(n-4)$ чорних (відповідно сірих) циклів. Крім того, для початкових $5 \leq n \leq 28$ наведено точні значення числа неізоморфних таких діаграм.

In this paper we consider 2-color chord O -diagrams (of order n) with three grey and $(n-4)$ black faces under the action of the rotation group (cyclic of the order n). We have established explicit formulas for counting the number of non-isomorphic diagrams from the specified class. In addition, for natural $5 \leq n \leq 28$ we have also listed the exact value of the number of non-isomorphic such diagrams accordingly.

Добре відомо, що хордові діаграми, зокрема двокольорові, виникають в різних галузях математики (зокрема теорії вузлів, топології) в якості інваріантів для елементів певних множин, а підрахунок числа нееквівалентних (відносно дії певної групи) елементів з таких множин часто-густо зводиться до задачі про підрахунок числа нееквівалентних діаграм відповідного класу відносно дії дієдральної групи [1], [2], [6-7]. Одним з таких є клас $\mathfrak{Z}_{k;l}^{n,g}$ двокольорових хордових O -діаграм, з початковими відомостями про які можна ознайомитися в роботах [5], [8-9].

У 1997 р. в роботі [1, С. 4] вперше встановлено рекурентні формули, за допомогою яких є принципово можливим підрахунок числа діаграм з класу $\mathfrak{Z}_{k;l}^{n,g}$ [9]. Крім того, для початкових $g = 0; 1; 2; 3$ в [1, С. 8-9] встановлено явні формули, які пізніше були одержані та уточнені й в [4, С. 833], а в роботі [3, С. 888] – для цілих $g \geq 0$ запропоновано іншу рекурентну формулу. В загальному випадку, зокрема для $g = 1$, задача про підрахунок числа нееквівалентних (відносно дії групи дієдра порядку $2n$) діаграм з класу $\mathfrak{Z}_{k;l}^{n,g}$ ($2g = n + 1 - (k + l)$) залишається нерозв'язаною.

Теорема. Число неізоморфних (нееквівалентних відносно дії циклічної групи порядку n) діаграм з класу $\mathfrak{Z}_{n-4;3}^{n,1}$ можна обчислити за

формулою
$$t^*(n) = \frac{1}{n} \left(\frac{1}{6} \cdot C_{n+1}^2 \cdot C_{n-1}^4 \cdot C_{n-1}^2 + \sum_{j|n, j \in \{2;3;4;6\}} \phi(j) \rho \left(n; \frac{n}{j} \right) \right), \quad (1)$$

де $\phi(q)$ – функція Ейлера; $\forall j \in N: \frac{n}{j} \notin N$ величини $\rho(n; \frac{n}{j}) \equiv 0$, а $\forall j \in N: \frac{n}{j} \in N$ – визначаються за допомогою співвідношень:

$$\rho(n; \frac{n}{2}) = \frac{7n(n-2)^2(n-4)}{192}, \rho(n; \frac{n}{3}) = \frac{n(n-3)}{18}, \rho(n; \frac{n}{4}) = \frac{n(n-4)}{16}, \rho(n; \frac{n}{6}) = \frac{n}{6}. \quad (2)$$

Доведення. За лемою Бернсайда та, з урахуванням результатів робіт [5], [8-9], число неізоморфних діаграм з класу $\mathfrak{S}_{n-4;3}^{n,1}$ можна обчислити за формулою

$$t^*(n) = \frac{1}{n} \left(|\mathfrak{S}_{n-4;3}^{n,1}| + \sum_{j|n, j \neq 1} \phi(j) \rho(n; \frac{n}{j}) \right),$$

де підсумовування ведеться за дільниками j числа n (крім 1), а $\rho(n; \frac{n}{j})$ – число всіх тих діаграм з класу $\mathfrak{S}_{n-4;3}^{n,1}$, які самосуміщуються при повороті на кут $\omega_j = \frac{2\pi}{j}$. Використовуючи результати [4], маємо що

$$|\mathfrak{S}_{n-4;3}^{n,1}| = \frac{1}{6} \cdot C_{n+1}^2 \cdot C_{n-1}^4 \cdot C_{n-1}^2 = t(n).$$

Не важко переконатися, що серед діаграм з класу $\mathfrak{S}_{n-4;3}^{n,1}$, які самосуміщуються при повороті на певний кут менший за 360° , є лише такі, які самосуміщуються при поворотах на кути, «кратні» кутам:

- 180° – при $j = 2$ – рис. 1 а) – г); 120° – при $j = 3$ – рис. 1 в);
 90° – при $j = 4$ – рис. 1 г); 60° – при $j = 6$ – рис. 1 в).

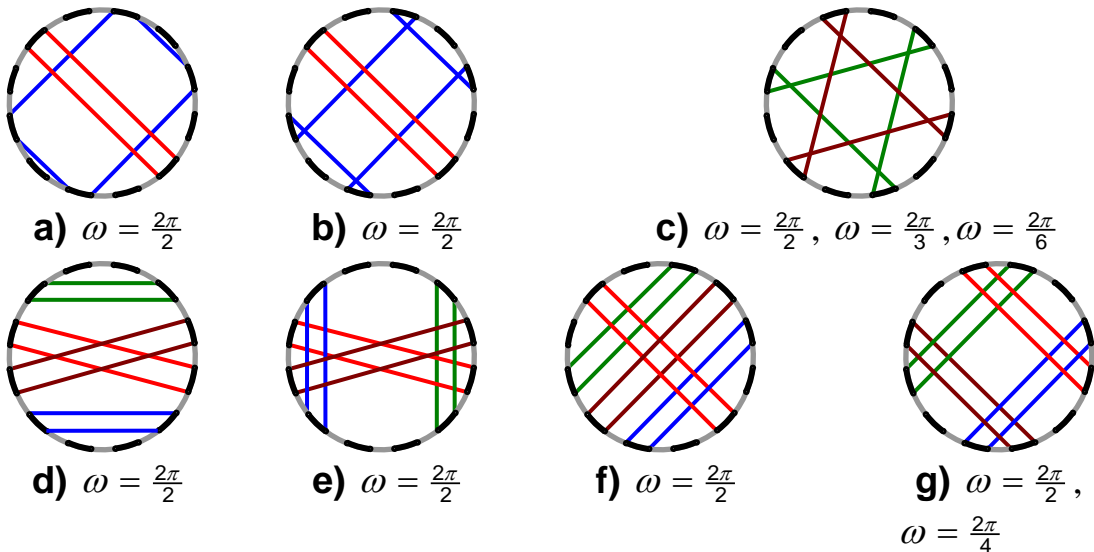


Рис. 1.

Безпосередній підрахунок для натуральних $n \geq 5$ дає наступні результати:

якщо $\frac{n}{2} \in N$, то $\rho(n; \frac{n}{2}) = 7C_{\frac{n}{2}}^3 + 14C_{\frac{n}{2}}^4 = \frac{7n(n-2)^2(n-4)}{192}$; якщо $\frac{n}{3} \in N$, то $\rho(n; \frac{n}{3}) = C_{\frac{n}{3}}^2 = \frac{n(n-3)}{18}$; якщо $\frac{n}{4} \in N$, то $\rho(n; \frac{n}{4}) = 2C_{\frac{n}{4}}^2 = \frac{n(n-4)}{16}$; якщо $\frac{n}{6} \in N$, то $\rho(n; \frac{n}{6}) = C_{\frac{n}{6}}^1 = \frac{n}{6}$. \square

Початкові значення величин $t(n)$ та $t^*(n)$

| t | | | t(n) | | | t*(n) | | |
|----------|---|-------|------|---------|---------|-------|---------|---------|
| | 1 | | | 495 | 38 | | 35 4 | 1 6 |
| 5 | | | 3 | 495 | 115 | 1 | 41 175 | 87 677 |
| | 1 | | | 975 | 69 | | 52 9 | 2 4 |
| 75 | | 1 | 4 | 975 | 765 | 2 | 97 175 | 09 225 |
| | 1 | | | 1 8 | 12 | | 77 7 | 3 3 |
| 050 | | 50 | 5 | 21 820 | 1 456 | 3 | 29 190 | 79 530 |
| | 4 | | | 3 2 | 20 | | 112 | 4 6 |
| 410 | | 57 | 6 | 48 700 | 3 131 | 4 | 015 750 | 67 681 |
| | 1 | | | 5 5 | 32 | | 158 | 6 3 |
| 4 700 | | 634 | 7 | 69 200 | 7 600 | 5 | 858 700 | 54 348 |
| | 4 | | | 9 2 | 51 | | 222 | 8 5 |
| 0 1 580 | | 172 | 8 | 24 880 | 2 626 | 6 | 007 500 | 39 212 |
| | 1 | | | 14 | 78 | | 306 | 11 |
| 1 03 950 | | 450 | 9 | 825 700 | 0 300 | 7 | 101 250 | 337 086 |
| | 2 | | | 23 | 1 | | 416 | 14 |
| 2 35 950 | | 9 694 | 0 | 197 860 | 160 084 | 8 | 830 050 | 887 382 |

Висновки. За допомогою одержаних формул можна підрахувати й число неізоморфних діаграм із зазначеного класу для випадку $l = n - 4$. Наступним кроком в цьому напрямку є встановлення формул для підрахунку числа нееквівалентних (відносно дії дієдральної групи) діаграм з класу $\mathcal{S}_{n-4,3}^{n,1}$ та узагальнення результатів на випадок $1 \leq l \leq n - 2$.

Література

1. Адрианов Н. М. Аналог формулы Харера-Цагира для одноклеточных двукрашенных карт. Функ. ан. и его приложения. 1997. Том 31, № 3. С. 1–9.
2. Cori R., Machi A. Maps hypermaps and their automorphisms: a survey I, II, III. Expositiones Mathematicae, 10 : 403–427, 429–447, 449–467, 1992.
3. Chapuy G. A new combinatorial identity for unicellular maps, via a direct bijective approach. Advances in Applied Mathematics. 2011. Vol. 47, No. 4. P. 874–893.
4. Goupil A., Schaeffer G. Factoring n-cycles and counting maps of given genus. European Journal of Combinatorics. 1998. Vol. 19, No. 7. P. 819–834.
5. Кадубовський О.А., Сторожилова О.В., Сторожилова Н.В. Двокольорові O і N-діаграми. Пошуки і знахідки. Серія: фіз.-мат. науки. 2010. Вип. 10, Том I. С.41–50.
6. Кадубовский А. А. О числе топологически неэквивалентных функций с одной вырожденной критической точкой типа седло на двумерной сфере, II. Труды международного геометрического центра. 2015. Том 8, № 1. С. 46–61.
7. Кадубовський О. А. Перерахування топологічно нееквівалентних гладких мінімальних функцій на замкнених поверхнях // Топологія відображень маловимірних многовидів : Зб. праць Ін-ту мат. НАН України. 2015. Том 12, № 6. С. 105–145.
8. Кадубовський О. А., Баляса Н. П. Перерахування двокольорових хордових O-діаграм роду 1, які мають один чорний (або сірий) цикл, відносно дії циклічної та дієдральної груп. Зб. наук. праць фіз.-мат. факультету ДДПУ. 2016. Вип. 6. С. 31–46.
9. Кадубовський О. А., Калініченко Я. В. Перерахування двокольорових хордових O-діаграм роду 1, які мають два чорних (або сірих) циклів, відносно дії групи дієдра. Зб. наук. праць фіз.-мат. факультету ДДПУ. 2018. Вип. 8. С. 30–45.

УДК 378.147
ЗНАХОДЖЕННЯ НАЙКОРОТШОГО ШЛЯХУ МІЖ ВЕРШИНАМИ
ГРАФУ ЗА ДОПОМОГОЮ MATHPARTNER

Н.В. Кайдан¹, В.П. Кайдан²

¹ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», Слов'янськ
e-mail: kaydannv@gmail.com

²МК Донбаської державної машинобудівної академії, Краматорськ
e-mail: kajtan.kt@gmail.com

У статті обговорюються особливості систем комп'ютерної математики при розв'язанні завдань теорії графів. Наведені основні функції сервісу MathPartner для вирішення завдань теорії графів. Представлено опис розв'язку завдання про знаходження найкоротшого шляху між вершинами графу за допомогою алгоритму Форда-Белмана та його реалізація у MathPartner.

The article discusses the features of the systems of computer mathematics in solving problems of the theory of graphs. The basic service functions for solving MathPartner graph theory are presented. The description of the solution of the problem of finding the shortest path between graph peaks using the Ford-Belman algorithm and its implementation in MathPartner is submitted.

Інновації в освіті пов'язані з активним впровадженням та використанням інформаційно-комунікаційних технологій та окремих компонентів комп'ютерно-орієнтованих систем навчання. У випадку математичних спеціальностей, фундаменталізація навчання має бути одним з основних критеріїв. Використання систем комп'ютерної математики (СКМ) дозволяє отримати більш високі результати, оскільки вони дозволяють використовувати як класичні підходи, так і творчий підхід до знаходження розв'язку практичних завдань. Реалізація цього можлива через створення проєктів, які спрямовані на опрацювання навчальної інформації під час вивчення фундаментальних дисциплін.

Проблему використання можливостей комп'ютерних технологій та інформаційного методичного забезпечення в навчальному процесі, впровадження комп'ютерних освітніх технологій розглядали М. Жалдак, С. Рибак, В. Ключко, Ю. Рамський, М. Львов та інші дослідники.

Метою дослідження є розгляд практичних можливостей хмарного сервісу СКМ MathPartner при розв'язанні задач теорії графів.

Науково-дослідницьке програмне забезпечення за призначенням, структурою та функціями науковці умовно поділяють на кілька груп, а саме: математичні пакети вузької спеціалізації (GAP, Macaulay, Singular та ін.), програмні засоби візуалізації математичних даних (GnuPlot, JMoI, LaTeX), системи геометричного моделювання (Autodesk 3ds Max, ANSYS та ін.), системи комп'ютерної математики (Derive, Maple, Matlab, Mathematica, MathCAD, Maxima, Sage, MathPartner та ін.) [2]

Завдання практичного характеру, що можуть бути віднесені до задач дискретної оптимізації класу NP, зустрічаються у будь-яких галузях діяльності людини. Широко відомі методи, алгоритми та програмні засоби, що дозволяють вирішувати такі завдання. Зокрема, системи комп'ютерної математики, що являють собою спеціалізовані програмні пакети з розв'язування математичних завдань різного типу та характеру. До найбільш популярних на наш час СКМ можна віднести пакети Maxima, Matlab, Mathematica, Maple, Mathcad. [3]

Інформаційні технології зазнають серйозних змін через розвиток хмарних технологій, що призводить до появи нових систем комп'ютерної математики, а саме до математичних сервісів широкого призначення. Одним з таких сервісів є система комп'ютерної математики MathPartner, який доступний за адресою <http://mathpar.cloud.unihub.ru/ua>. [1]

Це безкоштовний сервіс, мовою якого є Mathpar, в основі якої лежить TeX, що зазвичай використовується для математичних текстів. Існує можливість зберігання як задачі, так і розв'язку зокрема, у текстовому вигляді (Mathpar, TeX або MathML) і зображення (pdf, jpg).

Для роботи з графами використовується команда $\backslash\text{searchLeastDistances}(A)$, яка дозволяє знайти найменші відстані між усіма вершинами графа. В результаті буде отримана матриця найкоротших відстаней між вершинами. Команда $\backslash\text{findTheShortestPath}(A,i,j)$ дозволяє знайти найкоротший шлях між вершинами i та j .

Розглянемо приклад: Зважений граф $G = (V, E)$, у якого $V = \{1,2,3,4\}$ задано матрицею ваг:

$$A = \begin{pmatrix} - & 2 & 9 & 15 \\ 3 & - & 5 & - \\ 10 & 5 & - & 4 \\ 15 & 20 & 3 & - \end{pmatrix}$$

Якщо за допомогою алгоритму Форда-Белмана знаходити для цього графа найкоротші шляхи від вершини 0 до усіх інших вершин, то хід виконання цього алгоритму зручно ілюструвати у вигляді таблиці 1:

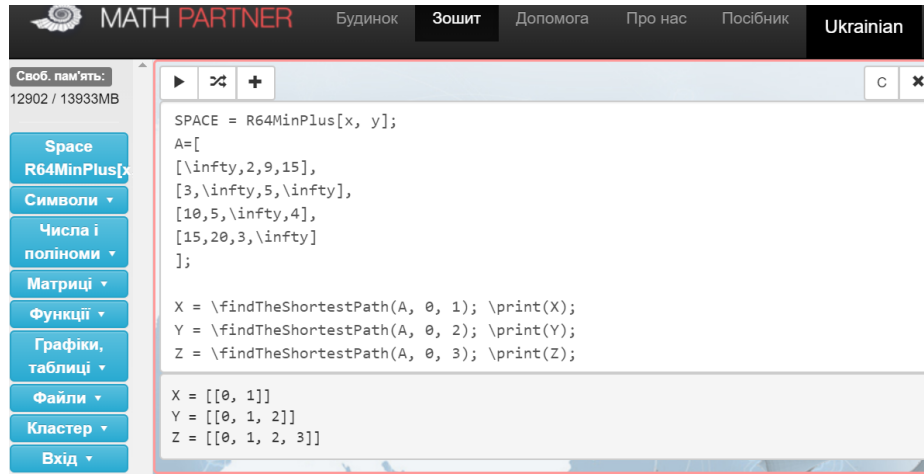
Таблиця 1

| 1 | 2 | 3 |
|----------|--------------|----------------|
| 2 | 9 7 | 15 11 |
| 0,1 | 0,2 0,1,2 | 0,3 0,1,2,3 |

Процес отримання результату наведеного прикладу в системі комп'ютерної математики MathPartner має наступний вигляд: запишемо

матрицю ваги, потім команду `\findTheShortestPath(A,i,j)`, яка дозволяє знайти найкоротший шлях між вершинами i та j .

Результат виконання розрахунків, який збігається з таблицею, виглядає наступним чином:



```
SPACE = R64MinPlus[x, y];
A = [
[\infty, 2, 9, 15],
[3, \infty, 5, \infty],
[10, 5, \infty, 4],
[15, 20, 3, \infty]
];

X = \findTheShortestPath(A, 0, 1); \print(X);
Y = \findTheShortestPath(A, 0, 2); \print(Y);
Z = \findTheShortestPath(A, 0, 3); \print(Z);

X = [[0, 1]]
Y = [[0, 1, 2]]
Z = [[0, 1, 2, 3]]
```

Рис. 1. Виконання розрахунків у MathPartner

Застосування цієї СКМ дає змогу швидко та зручно зробити перевірку громіздких математичних розрахунків.

Використання «хмарних» засобів є перспективним напрямом розвитку СКМ, оскільки забезпечує новими можливостями щодо адаптації навчального середовища до індивідуальних потреб студентів та бажаного рівня навчальних досягнень. Звернення до програмного забезпечення, яке вже знаходиться на віртуальному робочому місці студента, не потребує витрачання навчального часу на інсталяцію й оновлення, створює умови для більш диференційованого підходу до організації навчання, дає можливість зосередитися на вивченні основного матеріалу.

Література

1. Malaschonok G.I. Way to Parallel Symbolic Computations / G.I. Malaschonok – International conference «Cloud computing. Education. Research. Development» – Moscow, 2011.
2. Жалдак М.І. Математика з комп'ютером: посібник для вчителів. – 2-ге вид. / М.І. Жалдак, Ю.В. Горошко, Є.Ф. Вінниченко – К.: НПУ імені Драгоманова, 2009. – 282 с.
3. Кайдан Н.В. Використання систем комп'ютерної математики при розв'язанні завдань теорії графів. / Н.В. Кайдан, Х.О. Тураненко // Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. – Слов'янськ: ДДПУ, 2017. – № 7 – С. 129-135.

УДК 517.44
ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРЕМИ ВАТСОНА В ІНТЕГРАЛЬНИХ
ПЕРЕТВОРЕННЯХ

Д.В. Кірка, О.Д. Трофименко

¹Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця
e-mail: kirka.d@donnu.edu.ua

²Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця
e-mail: o.trofimenko@donnu.edu.ua

В роботі досліджено теорему Ватсона із формулою обернення. Проаналізовано методи інтегрування та умови унітарності оператора основної теореми. Побудовано синус-перетворення та косинус-перетворення за умов теореми Ватсона.

The Watson's theorem with the inverse transform is investigated in this paper. The methods of integration and the conditions for operator's unitary from the main theorem are analyzed. The Fourier sine and cosine transforms with conditions of Watson's theorem are constructed.

Вступ. Інтегральні перетворення успішно використовуються протягом майже двох століть у вирішенні багатьох завдань з прикладної математики, математичної фізики та інших інженерних наук (див.[1]-[4]).

Якщо функція $f(x)$ є кусково гладкою на будь-якому скінченному відрізьку вісі Ox та абсолютно інтегрована на всій вісі, то функція

$$F(\varepsilon) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) e^{-i\varepsilon x} dx \quad (1)$$

називається перетворенням Фур'є функції $f(x)$. [5]

Для формування косинус та синус-перетворення Фур'є зазвичай використовують подвійний інтеграл та формули для коефіцієнтів Фур'є.

У представлений роботі розглядається класична теорема Ватсона для інтегрального представлення Фур'є і її застосування для побудови косинус-перетворення та синус-перетворення Фур'є.

Теорема Ватсона.

Нехай $\omega(x)$ – дійсно-значна функція при $x \geq 0$, що задовольняє наступним умовам: $\forall \alpha, \beta \geq 0$

$$\int_0^{+\infty} \frac{\omega(\alpha x) \cdot \omega(\beta x)}{x^{2\vartheta+2}} = \frac{1}{2(\vartheta+1)} \cdot \min\{\alpha^{2\vartheta+2}, \beta^{2\vartheta+2}\}, \quad (2)$$

де $\vartheta > -1$. Тоді $\forall f \in L^2(0, +\infty)$ функція

$$h(x) = \frac{1}{x^{\vartheta+\frac{1}{2}}} \cdot \frac{d}{dx} \int_0^{+\infty} \frac{\omega(xt)}{x^{\vartheta+\frac{3}{2}}} \cdot f(t) dt \quad (3)$$

визначена майже для всіх $x \in (0, +\infty)$, належить простору $L^2(0, +\infty)$ та виконуються співвідношення

$$f(x) = \frac{1}{x^{\vartheta + \frac{1}{2}}} \cdot \frac{d}{dx} \int_0^{+\infty} \frac{\omega(xt)}{t^{\vartheta + \frac{3}{2}}} \cdot h(t) dt \quad (4) \quad \text{і} \quad \int_0^{+\infty} |h(x)|^2 dx = \int_0^{+\infty} |f(x)|^2 dx \quad (5)$$

Розглянемо функцію

$$\omega(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \sin(x), \vartheta = -\frac{1}{2} \quad (6)$$

Для цього спочатку розв'яжемо

$$\int_0^{+\infty} \frac{1 - \cos(\delta x)}{x^2} dx, \quad (7)$$

де δ – деяка константа. Маємо

$$\begin{aligned} \int_0^{+\infty} \frac{1 - \cos(\delta x)}{x^2} dx &= \int_0^{+\infty} \frac{2 \sin^2\left(\frac{\delta x}{2}\right)}{x^2} dx = 2 \int_0^{+\infty} \frac{\sin^2 t}{\left(\frac{2t}{\delta}\right)^2} \frac{2 dt}{\delta} dt. \\ \int_0^{+\infty} \frac{\sin^2(t)}{t^2} \delta dt &= \delta \left(\frac{-\sin^2(t)}{t} \right) \Big|_0^{+\infty} + \int_0^{+\infty} \frac{1}{t} \cdot \sin(2t) dt = \\ &= \delta \int_0^{+\infty} \frac{\sin(2t)}{t} dt = \frac{\delta}{2 \int_0^{+\infty} \frac{\sin(u)}{\frac{u}{2}} du} \end{aligned}$$

Використовуючи значення відомого невласного інтегралу, маємо

$$\delta \int_0^{+\infty} \frac{\sin(u)}{u} du = \delta \frac{\pi}{2}$$

Перевіримо виконання умови теореми Ватсона

$$\begin{aligned} \int_0^{+\infty} \frac{\frac{2}{\pi} \sin(\alpha x) \cdot \sin(\beta x)}{x^2} dx &= \frac{1}{\pi} \int_0^{+\infty} \frac{\cos(\alpha - \beta)x - \cos(\alpha + \beta)x}{x^2} dx = \\ &= \frac{1}{\pi} \int_0^{+\infty} \frac{\cos(\alpha - \beta)x - 1 + 1 - \cos(\alpha + \beta)x}{x^2} dx = \left(\frac{\alpha + \beta}{2} - \frac{|\alpha - \beta|}{2} \right) = \\ &= \begin{cases} \text{якщо } \alpha \geq \beta, \text{ то } \beta \\ \text{якщо } \alpha < \beta, \text{ то } \alpha \end{cases} = \min\{\alpha, \beta\}, \text{ де } \alpha, \beta \geq 0. \end{aligned} \quad (8)$$

Отже, функція $\omega(x)$ задовольняє умові теореми Ватсона (2).

Позначимо

$$F_c g(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{d}{dx} \int_0^{+\infty} \frac{\sin(xt)}{t} g(t) dt \quad (9)$$

таким чином, маємо косинус-перетворення Фур'є функції g . Нехай $g \in L(0, +\infty)$, тоді

$$F_c g(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^{+\infty} g(t) \cos(xt) dt. \quad (10)$$

Тепер розглянемо функцію, що є аналогом функції (6)

$$\omega(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} (1 - \cos(x)), \quad \vartheta = -\frac{1}{2} \quad (11)$$

Аналогічно маємо інтегральні перетворення

$$\frac{2}{\pi} \int_0^{+\infty} \frac{(1 - \cos(\alpha x))(1 - \cos(\beta x))}{x^2} dt = \frac{2}{\pi} \left(\int_0^{+\infty} \frac{1 - \cos(\beta x)}{x^2} dx + \int_0^{+\infty} \frac{1 - \cos(\alpha x)}{x^2} dx - \int_0^{+\infty} \frac{1}{x^2} dx + \int_0^{+\infty} \frac{\cos(\alpha x) \cos(\beta x)}{x^2} dx \right) = \frac{2}{\pi} \left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\beta}{2} + \int_0^{+\infty} \frac{\cos(\alpha x) \cos(\beta x) - 1}{x^2} dx \right).$$

Виконавши перетворення маємо, що

$$\frac{2}{\pi} \int_0^{+\infty} \frac{(1 - \cos(\alpha x))(1 - \cos(\beta x))}{x^2} dt = \frac{2}{\pi} \left(\frac{\alpha + \beta}{2} - \frac{\alpha - \beta}{2} - \frac{|\alpha - \beta|}{2} \right) = \min\{\alpha, \beta\} \quad (12)$$

Знову маємо унітарний оператор

$$F_s g(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{d}{dx} \int_0^{+\infty} \frac{1 - \cos(xt)}{t} g(t) dt, \quad (13)$$

а саме – синус-перетворення Фур'є. І при умові $g \in L(0, +\infty)$

$$F_s g(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^{+\infty} g(t) \sin(xt) dt. \quad (14)$$

Нарешті, розглянемо узагальнений випадок для $g \in L_2(-\infty, +\infty)$. Для цього попередньо позначимо функцію

$$h = Fg(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{d}{dx} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{-ixt} - 1}{-it} g(t) dt. \quad (15)$$

Тоді постає питання стосовно виконання рівності

$$g = F^{-1} g(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{d}{dx} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{ixt} - 1}{it} h(t) dt$$

Нехай маємо представлення функції у вигляді суми

$g = g_1 + g_2$, де $g_1 = \frac{g(t)+d(-t)}{2}$ – парні і $g_2 = \frac{d(t)-d(-t)}{2}$ – непарні.

$$g(t) = \frac{g(t)+d(-t)}{2} + \frac{d(t)-d(-t)}{2}.$$

$$\begin{aligned} h &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{d}{dx} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\cos(xt)-i \sin(xt)}{-it} \cdot (g_1 + g_2) dt = \\ &= \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \frac{d}{dx} \int_0^{+\infty} \frac{\cos(xt)-1}{-it} \cdot g_2(t) + \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \frac{d}{dx} \int_0^{+\infty} \frac{\sin(xt)}{t} \cdot g_1(t) dt = F_c g_1 + \frac{1}{i} F_s g_2 \\ h &= F_c g_1 - i F_s g_2 \end{aligned}$$

Позначимо тепер $h_1 = F_c g_1$, $h_2 = F_s g_2$, тоді $h = h_1 - i h_2$, де в свою чергу $g_1 = F_c h_1$, $g_2 = F_s h_2$ за властивостями оберненості косинус-перетворення та синус-перетворення Фур'є. Тепер необхідно показати, що

$$\begin{aligned} g &= F_c h_1 + F_s h_2 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{d}{dx} \int_{-\infty}^{+\infty} \left(\frac{e^{ixt}-1}{it} \right) h(t) dt \quad (16) \\ \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{d}{dx} \int_{-\infty}^{+\infty} \left(\frac{e^{ixt}-1}{it} \right) h(t) dt &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{d}{dx} \int_{-\infty}^{+\infty} \left(\frac{\cos(xt)-1}{it} + \frac{\sin(xt)}{t} \right) (h_1 - i h_2) dt = \\ &= \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \frac{d}{dx} \int_0^{+\infty} \frac{\cos(xt)-1}{it} \cdot (-i h_2) dt + \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \frac{d}{dx} \int_0^{+\infty} \left(\frac{\sin(xt)}{t} \right) \cdot h_1 dt = F_s h_2 + F_c h_1 \end{aligned}$$

Враховуючи унітарність оператору F в $L_2(-\infty, +\infty)$, маємо доведення поставлених припущень стосовно функцій g та h .

Висновки. Таким чином, в роботі розглянуто застосування інтегральних перетворень, досліджено різні підходи до визначення понять косинус-перетворення та синус-перетворення Фур'є. Завдяки теоремі Ватсона та деяким властивостям невласних інтегралів і операторів, побудовано інтегральну формулу перетворення Фур'є.

Література

1. Ахиезер Н.И. Лекции об интегральных преобразованиях.- Харьков, 1984. - 120 с.
2. Гельфанд И. М., Гиндикин С. Г., Граев М. И. Избранные задачи интегральной геометрии. – КДУ Добросвет, 2012. - 236 с.
3. Вірченко Н.О. Про нові узагальнені інтегральні перетворення. - Доповіді Національної академії наук України. – 2010. - № 5. –11-17 с.
4. Volchkov V. Integral Geometry and Convolution Equations - Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2003. - 454 с.
5. Debnath L., Bhatta D. Integral transforms and their applications. - Third edition, University of Texas-Pan American Edinburg, USA. 2015. – 759 с.

УДК: 655.3.022

**МАТЕМАТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ В
ПОЛІГРАФІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

Б.Р. Кушлик

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ
e-mail: bodo_kush@hotmail.com,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6296-6914>

Вказано побудовані математичні моделі технологічних процесів в поліграфічному виробництві: вплив елементів друкарської форми на оптичну густину, оптимальне керування зміни траєкторії руху зміни кількості фарби, зволожувального розчину. Показано використання засобів математичної статистики стосовно нормального закону розподілу. Розглянуто задачу досягнення збалансованості між фарбою та зволожуючим розчином, опрацьовано експериментальні дані ряду друкарень для встановлення оптимального процентного використання добавок за допомогою програмний пакет Microsoft Excel

The constructed mathematical models of technological processes in printing production are indicated: the influence of the printing form's elements on the optical density, the optimal control of the trajectory movement change while adjusting ink and dampening solution supply. The use of mathematical statistics in relation to the normal distribution law is shown. The problem of achieving the ink-water balance was researched; the experimental data from some print shops was processed to determine the optimal additives percentage use with the help of Microsoft Excel software.

Загальновідомий ряд задач, побудов математичних моделей технологічного процесу в поліграфічному виробництві. В основному вони стосуються стабільності процесу друкування та якості відбитків в процесі виготовлення продукції плоским офсетним друком. Побудовано математичну модель [4] впливу елементів друкарської форми на оптичну густину відбитка у плоскому офсетному друці, що дає можливість оцінювати та прогнозувати властивості друкарських форм.

В роботі [1] визначено траєкторію зміни кількості фарби чи зволожувального розчину при оптимальному керуванні зі зміною траєкторії руху точки в сторону «збільшення» чи «зменшення».

В статті [2] показано використання математичної статистики для визначення виду розподілу вимірюваних основних чинників, що впливають на якість виготовлення малотиражної поліграфічної продукції плоским офсетним друком, виконання основного закону похибок. Проведено опрацювання отриманих експериментальних статистичних даних на виробництві за допомогою програмного пакету microsoft excel, перевірено відповідність вибіркового даних нормальному закону розподілу. На відлагодженому виробництві якість продукції змінюється

за нормальним законом внаслідок того, що виробнича похибка є результатом сумарної дії великого числа випадкових величин.

При досягненні збалансованого стану між фарбою і зволожуючим розчином, що зберігає стабільність на формі, на накатних фарбових валиках і на офсетному полотні із дотриманням загальних вимог до основних показників зволожуючого розчину (водневий показник; загальна жорсткість; електропровідність; температура у блоці охолодження та в зволожуючому апараті) якість продукції змінюється за нормальним законом. Важливою тому є відповідна збалансованість «фарба-зволожувальний розчин» із визначенням робочого режиму конкретної добавки до зволожувального розчину. Визначення робочого режиму конкретної добавки до зволожувального розчину [3] проведено в різних друкарнях України. Проводилось вимірювання на оптимально великій ємності, щоб зменшити ймовірність помилки ручного дозування, тобто готувалось 500 мл розчину води зі спиртом, де вміст спирту визначається згідно з двома значеннями: рекомендації виробника буферної добавки (вказується діапазон дозування) і звичний для друкарні та для друкарів робочий режим. Після ретельного перемішування розчину вимірюються значення електропровідності та рН. Надалі у розчин вводиться добавка, її концентрація доводиться до такого рівня: 1 %, 1,5 %, 2 %, 2,5 %, 3 %, 3,5 %, 4 %, 5 %.

Для обробки статистичних даних застосовано програмний пакет MS Excel, де відповідні дані для кожної із друкарень заносились у таблицю для побудови відповідних графіків. Експериментально отримані дані показали: рН зволожувального розчину; електропровідність від дозування мають лінійну залежність. Із використанням вбудованої функції Microsoft Excel ЛИНЕЙН (Известные_значения_у; Известные_значения_x; Конст; Статистика), яка повертає параметри лінійного наближення за методом найменших квадратів, наприклад, для друкарні «Інфо-Принт» залежність для рН зволожувального розчину від концентрації (рис. 1) має вигляд

| | А | В |
|----|------------|------------|
| 1 | Інфо-Принт | % доба-вки |
| 2 | 5,93 | 0 |
| 3 | 5,22 | 1 |
| 4 | 5,03 | 1,5 |
| 5 | 4,98 | 2 |
| 6 | 4,87 | 2,5 |
| 7 | 4,83 | 3 |
| 8 | 4,78 | 3,5 |
| 9 | 4,76 | 4 |
| 10 | 4,69 | 5 |

Рис. 1. Скріншот для обчислення залежності

$y = -0,211x + 5,53$ та $y = -0,123x + 5,24$ з врахуванням 0% добавки та без неї відповідно. Середня похибка апроксимації, обчислена без 0% добавки за відомою формулою

$$E = \frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{F(t_i) - y_i}{F(t_i)} \right|$$

становить 0,89%, тобто є дуже маленькою, причому коефіцієнт кореляції (детермінації) в даному випадку є близьким до одиниці: $R^2 = 0,99$. Для всіх проведених вимірювань та опрацьованих відповідно до них обчислень, значення коефіцієнта a прямої $y = at + b$ є близькими до нуля, прямі майже горизонтальні. Це дає можливість налаштування оптимального процесу досягнення та постійного підтримання балансу «фарба-вода» за певних значень та величин подачі фарби, зволожувального розчину відповідно до кількості друкувальних та пробільних елементів на друкарській формі, із дотриманням технологічних стандартів друку.

Література

1. Кушлик-Дивульська О. І. Математична теорія оптимального керування в практичних задачах / О.І. Кушлик-Дивульська, Б.Р. Кушлик // Технологія і техніка друкарства. – К.: ВПІ НТУУ «КПІ». – 2015. – №1(47). – С. 61-68. Режим доступу : <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/43278>.
2. Кушлик-Дивульська О. І. Принципи статистичного аналізу показників при аналізі якості відбитків плоского офсетного друку/ О. І. Кушлик-Дивульська, Б. Р. Кушлик // Технологія і техніка друкарства. – К.: ВПІ КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2017. – №1(55). – С. 10-20. Режим доступу : <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/90686>, <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20404>.
3. Кушлик Б. Р. Стабілізація друкування малотиражної продукції офсетним друком : монографія / Б. Р. Кушлик, О. І. Кушлик-Дивульська ; за заг. ред. О. М. Величко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 162 с.
4. Скиба В.М. Тиражна стабільність друкарських форм / В.М. Скиба // Технологія і техніка друкарства. – К.: ВПІ НТУУ «КПІ». – 2015. – №1(47). – С.30-39. Режим доступу : <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/43272>.

УДК 51.9

**ФАЗОВЕ УКРУПНЕННЯ І АСИМПТОТИЧНИЙ АНАЛІЗ
ФУНКЦІОНУВАННЯ БАГАТОКАНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ
МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ**

Н.В. Літвін

Приазовський державний технічний університет, Маріуполь
e-mail: litvin_nv@ukr.net

У роботі розглянуто функціонування багатоканальної системи масового обслуговування у стаціонарному режимі: визначена асимптотична поведінка інтервалу між двома сусідніми подіями, які полягають у тому, що моменти відновлення приборів попадають в інтервал відновлення контролюючого пристрою, побудовано напівмарковський робочий прибор, проаналізовано асимптотична поведінка ймовірностей групових відмов на одному інтервалі відновлення контролюючого пристрою.

In the paper is considered the functioning of the multichannel mass maintenance system in stationary mode: the asymptotic behavior of the interval between two adjacent events is determined, which consists in the fact that the moments of the restoration of devices fall into the interval of recovery of the control device, the semi-Markov working device is constructed, asymptotic behavior of probabilities of group failures is analyzed at one interval of recovery of the control device.

У наш час теорія масового обслуговування являється однією з гілок теорії ймовірностей, яка інтенсивно розвивається, що зумовлено важливими практичними задачами. Бурхливий розвиток інформаційно-обчислювальних систем, автоматизованих систем управління, систем зв'язку і т.д. приводить до необхідності побудови і вивчення їх математичних моделей. Основна трудність при моделюванні і аналізі складних систем полягає у значному ускладненні фазового простору системи, що приводить до практично нескінчених моделей. Основна ідея фазового укрупнення системи полягає у розщепленні фазового простору системи на класи, які не перетинаються, і укрупнення цих класів в окремі стани. На укрупненому фазовому просторі будується напівмарковська модель, яка наближено і спрощено описує вихідну систему. Укрупнена система значно простіша за вихідну, оскільки цілим класам станів вихідної системи відповідають окремі стани укрупненої системи, а різноманіття зв'язків (переходів) між класами станів укрупнюється до зв'язку між укрупненими станами. Аналіз укрупненої системи значно спрощується і разом з тим основні її характеристики можна приймати у якості характеристик вихідної системи.

Дана робота є підсумком аналізу функціонування багатоканальної системи масового обслуговування у стаціонарному режимі. Вихідна система складається з k різних робочих приборів та одного

контролюючого пристрою, які функціонують незалежно. Функціонування робочих приборів описується процесами відновлення з часами відновлення β_i , що мають функції розподілу $G_i(t) = P(\beta_i \leq t), i = \overline{1, k}$. Функціонування контролюючого пристрою описується альтернувальним процесом відновлення з часом роботи α_1 і часом відновлення α_0 , які мають функції розподілу $F_i(t) = P(\alpha_i \leq t), i = 0, 1$. У [1] методом фазового укрупнення [4] побудовано процес марковського відновлення (ПМВ) $\{\xi_n^0, \Theta_n^0, n \geq 0\}$ і напівмарковський робочий прибор (ПМ), яким можна замінити k робочих приборів. Основні результати сформулюємо у вигляді теорем 1 і 2.

Запишемо необхідні позначення та формули. Нехай

$$b_i = \int_0^{\infty} (1 - G_i(t)) dt, \quad \mu_i = \frac{1}{b_i}, \quad \mu^{(k)} = \sum_{i=1}^k \mu_i. \quad (1)$$

З урахуванням позначень (1) запишемо

$$\overline{G}_i^*(t) = \frac{1}{b_i} \int_t^{\infty} (1 - G_i(x)) dx = \mu_i \int_t^{\infty} \overline{G}_i(x) dx, \quad g_i^*(t) = \frac{1}{b_i} (1 - G_i(t)) = \mu_i \overline{G}_i(t) \quad (2)$$

і нехай
$$\overline{G}_{(i)}^*(t) = \prod_{j \neq i}^k \overline{G}_j^*(t), \quad (3)$$

Теорема 1. ПМ прилад у стаціонарному режимі описується ПМВ $\{\xi_n^0, \Theta_n^0; n \geq 0\}$ у кінцевому фазовому просторі станів $E = \{1, 2, \dots, k\}$ півмарковським ядром $Q(t) = [Q_{ij}(t); i, j = \overline{1, k}]$, елементи якого обчислюються за формулами

$$Q_{ij}(t) = \mu_j \int_0^t \overline{G}_i(x) \overline{G}_j(x) \prod_{l \neq i, j}^k \overline{G}_l^*(x) dx, \quad i \neq j, \quad Q_{ii}(t) = \int_0^t \overline{G}_{(i)}^*(x) dG_i(x), \quad i = j.$$

Теорема 2. Функція розподілу $U^{(k)}(t)$ часу відновлення Θ_k приладу, який описує суперпозицію k незалежних процесів відновлення, у стаціонарному режимі має вигляд $U^{(k)}(t) = 1 - \overline{U}^{(k)}(t) = 1 - \sum_{i=1}^k \rho_i \overline{G}_i(t) \overline{G}_{(i)}^*(t)$,

де: ρ_i – стаціонарні ймовірності станів $i \in E = \{1, 2, \dots, k\}$, причому $\rho_i = \mu_i / \mu^{(k)}$, де: $\mu_i, \mu^{(k)}$ визначені в (1), а $\overline{G}_{(i)}^*(t)$ – в (3), а $m_{(k)} = 1 / \mu^{(k)}$.

Далі розглядається спрощена система, яка складається з двох елементів: робочого ПМ прибору та контролюючого пристрою. Проаналізовано асимптотику ймовірностей групових відмов на одному періоді відновлення α_0^{ε} контролюючого пристрою при умові, що система функціонує у стаціонарному режимі і перша відмова вже сталась, знайдена ймовірність першої відмови системи на одному періоді відновлення

контролюючого пристрою [2]. Результати дослідження сформулюємо у вигляді теорем 3 та 4.

Теорема 3. Ймовірність попадання системи, яка складається із k різних приборів, часи відновлення яких β_i мають функції розподілу $G_i(t)$, $i = \overline{1, k}$ і одного контролюючого пристрою з функцією розподілу $F_0(t)$ часу відновлення α_0 у множину відмовних станів визначається співвідношенням

$$q = P\left(\bigwedge_{i=1}^k \beta_i^* < \alpha_0\right) = \sum_{i=1}^k \mu_i \int_0^{\infty} \bar{F}_0(t) \bar{G}_i(t) \bar{G}_{(i)}^*(t) dt.$$

Теорема 4. Якщо функція $\bar{U}^{(k)}(t)$ диференційована у околі нуля і може бути представлена у вигляді $\bar{U}^{(k)}(t) = 1 + tU_1(1 + o_\varepsilon(1))$, та існує кінцевий другий момент $M\xi^2 < \infty$, то $u_\varepsilon = c + o(\varepsilon)$, $q_\varepsilon = \varepsilon\lambda(pv + c)(1 + o_\varepsilon(1))$.

Важливим результатом являється теорема 5. Позначимо через π_m^ε ймовірність загубити m вимог на одному інтервалі відновлення α_0^ε контролюючого пристрою, а через $v(t)$ стаціонарний процес відновлення, який визначає кількість вимог, які отримали відмову на інтервалі α_0^ε :

$$\pi_m^\varepsilon = P(v(\alpha_0^\varepsilon) = m) = P\left(\theta_{(k)}^* + \sum_{i=1}^{m-1} \theta_k^{(i)} \leq \alpha_0^\varepsilon < \theta_{(k)}^* + \sum_{i=1}^m \theta_k^{(i)} / \alpha_0^\varepsilon > \theta_{(k)}^*\right).$$

$$P_m(t) = P(v(t) = m), \quad \varphi_m = \int_0^{\infty} P_m(t) d\Phi(t) = P(v(\eta) = m), \quad m=0,1,2,\dots \quad (4)$$

Теорема 5. Якщо виконані умови теореми 4, то для стаціонарного розподілу ймовірностей $\pi_m^\varepsilon: \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \pi_m^\varepsilon = \pi_m, m \geq 1$, при цьому $\pi_1 = (\varphi_1 + \lambda\chi c)/\pi$, $\pi_m = \varphi_m/\pi, m \geq 2$, де $\pi = 1 - \varphi_0 + \lambda\chi c, \chi = 1/\pi$, а функції φ_m визначені у (4) для усіх $m = 0, 1, 2, \dots$

Література

1. Літвін Н.В. Напівмарківський прилад для багатоканальної системи обслуговування./ Сборник статей по материалам XII межд. заочн. научно-практ. конф. «Развитие науки в XXI веке» 1 ч., 16 апреля 2016г., Харьков: – С. 44 – 50.
2. Літвін Н.В. Функціонування багатоканальної системи масового обслуговування у стаціонарному режимі. / Збірник матеріалів IV міжн. науково-практ. Конф. 2 ч.: «Інноваційні підходи і сучасна наука», 30 березня 2018р., Київ: - С. 59 – 65.
3. Королюк В.С., Турбин А.Ф. Процессы марковского восстановления в задачах надежности систем. - К.: Наукова думка, 1982. – 235с.
4. Королюк В.С., Турбин А.Ф. Математические основы фазового укрупнения.– К. :Наукова думка, 1978. – 248с.

УДК 539.3
РОЗВ'ЯЗОК КРАЙОВОЇ ЗАДАЧІ ПРО СТАЛІ КОЛИВАННЯ
НЕОДНОРІДНОЇ ПРЯМОКУТНОЇ ОБЛАСТІ З ВНУТРІШНІМ
ОТВОРОМ

О.В. Лупаренко

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», Маріуполь
e-mail: luparenko_elena@ukr.net

Розглянуто власні коливання пружної прямокутної неоднорідної області, що складається з трьох ізотропних прямокутників з різними пружними властивостями. Проведено аналіз особливості хвильового поля на границі розподілу середовища. Досліджено вид концентрації напружень для різних пар комбінацій матеріалів середовищ, що стикаються.

The natural oscillations of the elastic rectangular nonhomogeneous region, which consist of the three isotropic rectangles with different elastic properties, are considered. The analysis of the wave field's peculiarity at the border of of the media's partition is done. The kind of the stress concentration for the different pair combinations of the dock media's materials is investigated.

Важливим етапом при чисельному розв'язуванні задач теорії пружності є визначення характеру поведінки компонентів напружено-деформованого стану поблизу особливих точок і ліній тіла. Це дозволяє найкращим чином апроксимувати розв'язок і побудувати ефективний алгоритм його знаходження. Найбільш актуальною ця проблема є в задачах вібронавантаження елементів конструкцій, коли напружений стан може зазнавати якісні зміни в залежності від частоти зовнішнього навантаження. Особливостям поведінки розв'язків задач теорії пружності в околі кутової точки лінії розподілу двох різних пружних середовищ присвячено досить багато робіт, серед яких відзначимо роботи [1,2].

Дана робота присвячена дослідженню якісного і кількісного характеру особливостей хвильового поля, які виникають в околі кутової точки стику трьох різнорідних областей прямокутної форми.

Нехай перетин нескінченної в напрямку вісі α_3 кусково-неоднорідної пружної призми займає в системі координат $\alpha_1 O \alpha_2$ область $D = G^{(1)} \cup G^{(2)} \cup G^{(3)}$, де області $G^{(m)}$ склеєні одна з одною, і визначаються нерівностями

$$\begin{aligned} G^{(1)} &= \{(\alpha_1, \alpha_2) : |\alpha_1| \leq c; \alpha_2 \in [-b, -d] \cup [d, b]\}; \\ G^{(2)} &= \{(\alpha_1, \alpha_2) : \alpha_1 \in [-a, -c] \cup [c, a]; |\alpha_2| \leq d\}; \\ G^{(3)} &= \{(\alpha_1, \alpha_2) : \alpha_1 \in [-a, -c] \cup [c, a]; \alpha_2 \in [-b, -d] \cup [d, b]\}. \end{aligned}$$

Матеріали областей $G^{(m)}$ ізотропні і визначаються модулем зсуву $\mu^{(m)}$, коефіцієнтом Пуассона $\nu^{(m)}$ і щільністю $\rho^{(m)}$ ($m=1,2,3$).

Нехай на зовнішніх сторонах перетину $\alpha_1 = \pm a$, $\alpha_2 = \pm b$ задана вібронагрузка змінної інтенсивності q , що гармонійно змінюється в часі з частотою ω , при цьому внутрішня границя перетину вільна. Для зручності в області перетину вводимо локальні безрозмірні координати $\hat{x} = (\alpha_1 - c) / a$, $\hat{y} = (\alpha_2 - d) / a$ і безрозмірні геометричні параметри $\eta = b / a$, $\delta = c / a$, $\gamma = d / a$, $\delta_2 = 1 - \delta$, $\gamma_2 = \eta - \gamma$.

Враховуючи симетрію області D , будемо розглядати хвильове поле частини області, розташованої в першій чверті. Віднесені до $\mu^{(m)}$ безрозмірні амплітудні компоненти тензора напружень $\sigma_{\alpha\beta}^{(m)}$ пов'язані з безрозмірними, віднесеними до a переміщеннями $U_{\beta}^{(m)}$ співвідношеннями закону Гука для ізотропного тіла і залежать від безрозмірного частотного параметра $\Omega^{(m)} = \omega a / \sqrt{\mu^{(m)} / \rho^{(m)}}$.

Граничні умови задачі включають до себе силові умови навантаження на зовнішній границі перетину і умови жорсткого зчеплення областей $G^{(m)}$. У безрозмірному вигляді вони можуть бути записані наступним чином (де $q^{(m)} = q / \mu^{(m)}$, $r_{ij} = \mu^{(i)} / \mu^{(j)}$):

$$\begin{aligned} G^{(1)} &= \{ |x| \leq \delta; 0 \leq \hat{y} \leq \gamma_2 \}: \sigma_{1\beta}^{(1)}(\delta, \hat{y}) = r_{31} \sigma_{1\beta}^{(3)}(0, \hat{y}), U_{\beta}^{(1)}(\delta, \hat{y}) = U_{\beta}^{(3)}(0, \hat{y}) \\ &\quad \sigma_{22}^{(1)}(x, \gamma_2) = q_2^{(1)}(x), \sigma_{12}^{(1)}(x, \gamma_2) = \sigma_{12}^{(1)}(x, 0) = \sigma_{22}^{(1)}(x, 0) = 0, \\ G^{(2)} &= \{ 0 \leq \hat{x} \leq \delta_2; |y| \leq \gamma \}: \sigma_{\beta 2}^{(2)}(\hat{x}, \gamma) = r_{32} \sigma_{\beta 2}^{(3)}(\hat{x}, 0), U_{\beta}^{(2)}(\hat{x}, \gamma) = U_{\beta}^{(3)}(\hat{x}, 0) \\ &\quad \sigma_{11}^{(2)}(\delta_2, y) = q_1^{(2)}(y), \sigma_{12}^{(2)}(\delta_2, y) = \sigma_{12}^{(2)}(0, y) = \sigma_{11}^{(2)}(0, y) = 0, \\ G^{(3)} &= \{ 0 \leq \hat{x} \leq \delta_2; 0 \leq \hat{y} \leq \gamma_2 \}: \sigma_{11}^{(3)}(\delta_2, \hat{y}) = q_1^{(3)}(\hat{y}), \sigma_{12}^{(3)}(\delta_2, \hat{y}) = 0, \\ &\quad \sigma_{22}^{(3)}(\hat{x}, \gamma_2) = q_2^{(3)}(\hat{x}), \sigma_{12}^{(3)}(\hat{x}, \gamma_2) = 0. \end{aligned}$$

Використовуючи метод суперпозиції [3], усі характеристики хвильового поля, що визначається безрозмірним частотним параметром $\Omega^{(m)}$, можна виразити через допоміжні функції $f_1(\hat{y}), \phi_1(\hat{y}), \phi_2(\hat{x}), f_2(x), f_3(x), f_4(y), f_5(y), f_6(\hat{x}), f_7(\hat{y}), f_8(\hat{x})$. Вони визначають переміщення і дотичні напруження на границях розподілу перетину і на зовнішній границі області. Проаналізуємо особливості по напруженням, що виникають у внутрішній точці $D(\delta, \gamma)$ стику трьох областей. Це еквівалентно припущенню про наявність особливостей у функцій $f_1(\hat{y}), \phi_1(\hat{y}), \dots, f_8(\hat{x})$ наступного вигляду:

$$\begin{aligned} f_i'(\xi) &= F_i^D \xi^{\alpha-1}, \phi_j(\xi) = \Phi_j^D \xi^{\alpha-1} \quad (i=1,6; j=1,2), \text{ при } \xi \rightarrow 0; \\ f_3'(\xi) &= F_3^D (\delta - \xi)^{\alpha-1}, \text{ при } \xi \rightarrow \delta; f_5'(\xi) = F_5^D (\gamma - \xi)^{\alpha-1}, \text{ при } \xi \rightarrow \gamma. \end{aligned}$$

У цих формулах через α позначено параметр локальної особливості (ПЛО), що визначає поведінку зазначених функцій в точці $D(\delta, \gamma)$, а через F_i^D, Φ_j^D ($i=1,3,5,6; j=1,2$) – довільні сталі. Після визначення асимптотики коефіцієнтів Фур'є розглянутих функцій в околі точки $D(\delta, \gamma)$, приходимо до системи однорідних рівнянь, що визначають характер особливості характеристик хвильового поля в цій точці.

ПЛО α , можна визначити з умови існування ненульового розв'язку отриманої системи: $\Delta(\alpha, \mu^{(m)}, \nu^{(m)}) = 0$. Слід зазначити, що цей параметр не залежить від частоти і геометричних параметрів γ, δ, η і визначається тільки значеннями модуля зсуву і коефіцієнта Пуассона областей $G^{(m)}$.

Чисельне дослідження отриманого рівняння $\Delta(\alpha, \mu^{(m)}, \nu^{(m)}) = 0$ для визначення параметра локальної особливості у внутрішній кутовій точці перетину показало, що практично при всіх розглянутих співвідношеннях пружних констант областей $G^{(m)}$, які стикаються у точці $D(\delta, \gamma)$, рівняння має дійсний корінь $0 < \alpha < 1$. Це характеризує виникнення локальних особливостей в значеннях напружень в цій точці при будь-яких пружних параметрах сполучених областей.

З даних чисельного аналізу були зроблені наступні висновки.

1. Значення ПЛО α по напруженням у внутрішній кутовій точці $D(\delta, \gamma)$ стику трьох середовищ практично для будь-яких поєднань матеріалів істотно менше значень параметра особливості в точках $A(\delta, \eta)$, $B(\delta_2, \eta)$ та $C(\delta_2, \gamma)$. Це свідчить про більш сильну концентрацію напружень в точці $D(\delta, \gamma)$.

2. Для будь-яких поєднань матеріалів існує корінь характеристичного рівняння, менший за одиницю. Отже, напруження завжди матимуть особливість в кутовій точці стику трьох середовищ.

3. При сполученні будь-яких трьох однакових матеріалів параметр особливості не змінюється і завжди дорівнює $\alpha = 0.544$.

4. Для багатьох сполучень матеріалів на відміну від випадку сполучення двох середовищ існує не один, а два кореня, менших за одиницю, що прискорює збіжність обчислювального алгоритму.

Література

1. Белоконов А. В. Об одном методе решения задач теории упругости для тел конечных размеров / Докл. АН СССР. – 1977. – Т. 233. – №1. – С. 56-59.
2. Вовк Л. П. Динамические задачи для тел сложной структуры. – Ростов-на-Дону: Ростовский гос. строит. ун-т, 2003. – 169 с.
3. Гринченко В. Т., Мелешко В. В. Гармонические колебания и волны в упругих телах. – Киев: Наук. думка, 1981. – 283 с.

УДК 338.45:658.8
**ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ ІГОР В ВИРІШЕННІ
ЛОГІСТИЧНИХ ЗАДАЧ**

В.Б. Мішура¹, К.О. Буйлова², О.Ю. Запрудська³

¹Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ

¹*e-mail: vitaliy.mishura@gmail.com*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3164-5613>

²Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ

²*e-mail: ep@dgma.donetsk.ua*

³Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ

³*e-mail: ep@dgma.donetsk.ua*

У даній роботі розглядається використання математичних методів і моделей теорії ігор в логістиці. Запропоновано математичну модель ланцюга поставок з можливістю повернення товарів.

The use of mathematical methods and game theory models in logistics are described. A mathematical model of the supply chain with the ability to return goods is presented.

В умовах ринку з усе більш ускладнюється структурою зв'язків важко переоцінити важливість якісних логістичних послуг. За оцінками фахівців місткість ринку логістичних послуг України становить близько 15-17 млрд. доларів [1, с. 245]. Вітчизняний ринок логістичних послуг репрезентують п'ять сегментів: транспортно-експедиційні послуги; професійні складські послуги; експрес-доставка; комплексні логістичні рішення (контрактна логістика); управління ланцюгами поставок. Кожен з них має свої ключові чинники успіху, сформовані під впливом та характером прямої конкуренції, залежності від ролі, яку відіграють потенційні конкуренти, товари-субститути, споживачі та постачальники.

До України приходять міжнародні гравці, що, з одного боку, підвищує конкуренцію, а з іншого – підвищує рівень обслуговування, привносить нові технології.

Все частіше фахівці логістики вдаються до використання математичних моделей і методів для вирішення складних завдань [2]. Математична теорія ігор – потужний інструмент для аналізу ситуацій на ринку логістичних послуг з багатьма учасниками.

В останнє десятиліття найбільш активно розвиваються математичні моделі ланцюгів поставок. Ланцюг поставок представляє собою сукупність виробників товарів, споживачів, транспортних компаній, складів. Математичні моделі логістики описують менеджмент цих складних систем, оптимізуючи поставки і вирішуючи проблеми доставки товарів до споживачів в термін і в необхідних обсягах. Виграш в таких іграх може виражатися в різних формах [3]. Це може бути зниження транспортних витрат, поліпшення якості сервісу, зниження вартості товару і т.д.

Більшість вже існуючих математичних моделей логістики припускають односпрямовані потоки товарів від виробника (продавця) до споживача (покупця).

З активним розвитком інтернет-торгівлі компанії все частіше стикаються з новими завданнями, пов'язаними з організацією доставки товарів компанії до кінцевого споживача. Наприклад, багато інтернет-магазини допускають можливість повернення замовленого товару і відмови від покупки з різних причин.

Також цікаві завдання виникають при моделюванні ситуацій, коли споживач повертає будь-які деталі товару або упаковку. Наприклад, таке відбувається при поставках питної води або газованих напоїв для автоматів. Часто постачальники зобов'язують покупців повертати упаковку товару. Іноді споживач може вибирати між витратами на повернення упаковки або більш високими цінами на неповернуту тару. Іноді постачальники беруть на себе повернення упаковки.

Мета математичної моделі – запропонувати розумні і прийнятні для обох сторін обмеження на тарифи і визначити оптимальну як для споживачів, так і для виробників стратегію управління життєвим циклом упаковки.

Що вибрати: односпрямовані потоки продукції або двосторонні напрямки потоків? Відповідь на це питання залежить від вартості самої упаковки, вартості транспортування тари від споживача до виробника, витратами на приведення упаковки до товарного вигляду.

В математичному плані ситуація моделюється як послідовність повторюваних ігор. Продавець вибирає тип упаковки. Далі споживач вирішує, чи буде він посилати упаковку назад (односпрямований потік чи ні).

Природно, виробник намагається мінімізувати вартість упаковки одиниці товару. Припустимо, що C – витрати на упаковку одиниці товару.

P_0 – вартість одноразової упаковки.

Односпрямований потік означає покупку даної упаковки споживачем.

P_t – вартість багаторазової упаковки.

Витрати на багаторазову упаковку діляться на кількість разів її використання. Тобто, якщо k – очікувана кількість разів використання упаковки, то вартість використання цієї упаковки C_t оцінюється як:

$$C_t = \frac{P_t}{k} + k_{-1} \times t_u, \quad (1)$$

де t_u – вартість транспортування і підготовки до повторного використання упаковки.

Продавець, який використовує багаторазову упаковку, вводить деякий заставу D , який є гарантією того, що споживач поверне тару навіть

за умови відмови від повторних закупівель. Цей депозит залежить від коефіцієнта «чутливості» споживача. Тобто, при якій величині застави споживач поверне багаторазову упаковку. Можна запропонувати наступну формулу для коефіцієнта чутливості:

$$K = \left(\frac{D}{P_t} \right)^l \quad (2)$$

де l – коефіцієнт еластичності, який визначається продавцем, $0 < l < 1$.

З урахуванням даного коефіцієнта повна вартість упаковки товару в кількості T штук матиме вигляд:

$$C_t = P_t T + P_t T (1 - K) \times t_u T K_k$$

Мета обох учасників гри – мінімізувати витрати на використання багаторазової упаковки, тобто знайти $\min C_t$ і знайти оптимальний розмір застави D . У цій моделі можна запропонувати в кожному циклі повторюється гри зменшувати розмір застави в залежності від номера циклу. Кількість циклів гри визначається очікуваним кількістю циклів життя упаковки товару.

Наступний варіант зниження величини застави – враховувати «вигоду» продавця від того, що застава деякий час залишається у нього. Нехай U – прибуток продавця від використання застави D . Спосіб обчислення цього прибутку залежить від конкретної ситуації. Тоді задача мінімізації $C_t - U \rightarrow \min$ дасть шукану величину D_{opt} .

Висновки. Зменшення величини застави робить використання багаторазової упаковки більш привабливим для споживача, що в цілому позитивно позначається і на вирішенні екологічних проблем, скорочуючи обсяги утилізованих упаковок.

Література

1. Чернописька Н.В., Шандрівська О.Є. Тенденції та перспективи ринку логістичних послуг України / Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2012. – № 735 : Логістика. – С. 244–249.
2. P. Borocz, P. Foldesi, The Application of Game Theory onto the Analysis of the Decision Theory of Logistic Packaging. Acta Technica Jaurinensis Series Logistica. Vol 1, № 2, 2008.
3. Simchi-Levi, David; Wu, S. David; Shen, Zuo-Jun (Max). Handbook of Quantitative Supply Chain Analysis: Modeling in the E-Business Era // International Series in Operations Research & Management Science. Vol. 74. – Springer, 2004.

УДК 519.65
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ЧИСЕЛЬНОГО
ДИФЕРЕНЦІЮВАННЯ ПРИ ОБЧИСЛЕННІ ДРУГОЇ ПОХІДНОЇ

Н.В. Новікова

МК Донбаської державної машинобудівної академії, Краматорськ
e-mail: natallii.444@gmail.com

В даній статті досліджується обґрунтованість деяких наближених формул чисельного диференціювання для обчислення другої похідної. Також ці формули можна використовувати для обчислення похідних вищих порядків. Приводяться оцінки похибок формул та розглядається питання вибору оптимального кроку.

In this article examines the validity of some approximate numerical differentiation formulas for calculating the second derivative. You can also use these formulas to calculate higher order derivatives. Estimates of the error of the formulas are given and the question of choosing the optimal step is considered.

Постанова проблеми. За останній час поряд із традиційними розділами математики стали широко застосовуватися різні чисельні методи, зокрема методи чисельного диференціювання. Це інтенсивна взаємодія і використання комп'ютерів у наукових дослідженнях призвело до значного розширення тематики, створення нових класів моделей і піднесло на новий рівень сучасну математику. Тому дуже актуально стоїть питання знаходження оптимальних чисельних методів розв'язання задач, які не можна розв'язати точно.

Аналіз актуальних досліджень. Теоретичним підґрунтям розв'язання проблеми є праці українських та закордонних вчених із питань диференціювання функцій та застосування чисельних методів. Сучасні дослідники, такі як Даніліна Н.І., Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В., Каханер Д., Моулер К., Неш С. [1, 2, 3] велику увагу звертають на різні методи обчислення другої похідної за допомогою чисельних методів. Ефективне застосування всіх цих методів для розв'язання конкретних задач стало одним зі стимулів для їх узагальнення, що призводить у деяких випадках до виникнення нових математичних напрямів.

Мета дослідження. Розглянемо задачу обчислення другої похідної $\frac{d^2}{dx^2}$ функції $y(x)$. Якщо задачу не вдається розв'язати точно або це досить складно, то приходиться використовувати методи чисельного диференціювання [1, с.163]. Обґрунтуємо доцільність застосування деяких наближених формул, приведемо оцінки похибок та розглянемо вибір оптимального кроку.

При чисельному диференціюванні функцію $y(x)$ аппроксимирують функцією $q(x)$, яка легше обчислюється, і приблизно полягають $y^{(k)}(x) \approx q^{(k)}(x)$. При цьому можна застосовувати різні аппроксимації. Розглянемо

найпростіший випадок - апроксимацію інтерполяційним багаточленом Ньютона.

Нехай задана сітка $x_0 < x_1 < \dots < x_n$ та $y(x)$ - функція, яка досліджується. Знайдемо першу та другу похідні інтерполяційного багаточлена Ньютона. Найбільш прості вирази отримуємо, якщо залишаємо тільки перший член:

$$y'(x) \approx y'(x_0, x_1) = \frac{y(x_0) - y(x_1)}{x_0 - x_1}$$

$$y''(x) \approx 2y''(x_0, x_1, x_2) = \frac{1}{x_0 - x_2} \left(\frac{y(x_0) - y(x_1)}{x_0 - x_1} - \frac{y(x_1) - y(x_2)}{x_1 - x_2} \right)$$

Дослідження похибки отриманих виразів при чисельних розрахунках зручно робити за допомогою апостеріорної оцінки, за швидкістю спадання членів ряду. Якщо крок сітки достатньо малий, то похибка близька до першого відкинутого члену [1, С. 164].

Розглянемо випадок рівномірної сітки, коли вид формул помітно спрощується, а точність нерідко підвищується.

Нехай $x_0 < x_1 < \dots < x_n$, $x_{i+1} - x_i = h = \text{const}$, $y_i = y(x_i)$.

Тоді доводимо, що для трьох сусідніх вузлів x_0, x_1, x_2 маємо:

$$y'(x_1) = \frac{y(x_2) - y(x_0)}{2h} + O(h^2)$$

$$y''(x_1) = \frac{y(x_2) - 2y(x_1) + y(x_0))}{h^2} + O(h^2)$$

А для п'яти вузлів:

$$y''(x_2) = \frac{-y(x_4) + 16y(x_3) - 30y(x_2) + 16y(x_1) - y(x_0))}{12h^2} + O(h^4)$$

де $O(h^2)$ та $O(h^4)$ - похибки

Але ці формули виведені тільки для рівномірної сітки. Використання їх на нерівномірній сітці приведе до грубої помилки.

На рівномірній сітці для оцінки точності формул часто використовують спосіб розкладення за формулою Тейлора-Макрорена.

Розглянемо вибір оптимального кроку. За результатами дослідження маємо, що поки крок достатньо великий, при його зменшенні неперекорна похибка мала порівняно до похибки метода. Тому повна похибка зменшується. При подальшому зменшенні кроку неперекорна похибка стає помітною, що проявляється в не цілком регулярній

залежності результатів обчислень від величини кроку. Нарешті, при досить малому кроці непереборна похибка стає переважною, і при подальшому зменшенні кроку результат обчислень стає все менше достовірним.

Застосування оптимального кроку і заборона вести розрахунок кроком менше оптимального є певний спосіб регуляризації диференціювання, так звана регуляризація по кроку [3, с.69].

Висновки. В даній статті отримані теоретично і перевірені практично два методи обчислення другої похідної по одній змінній. І теоретичні викладки, і експерименти показують, що питання вибору кроку - дуже важливе. Експериментально підтверджено, що обидва методи дають непогані результати і можуть бути використані при практичному обчисленні другої похідної по одній змінній.

Ми бачимо, що вплив чисельних методів на різні розділи математика виявляється у тому, що розвиток цієї дисципліни, яка відбиває вимоги природничих наук і запити практики, спричиняє переорієнтацію спрямованості досліджень у деяких вже сформованих розділах математики. Постановка задач, які зв'язані з розробкою оптимального застосування чисельних методів до вирішення задач реальних явищ, призвела до зміни основної проблематики теорії диференціювання функцій.

Література

1. Даніліна Н.І. Чисельні методи. Підручник для технікумів./ Н.І.Даніліна. - М.,Вища школа,1976р. – 366с.
2. Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях./ Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. // М., Высшая школа, 2000. – 190 с.
3. Каханер Д., Моулер К., Неш С. Численные методы и программное обеспечение./ Д. Каханер, К. Моулер, С.Неш // – М.:Мир, 2001. – 575с.
4. Фельдман Л.П., Петренко А.І., О.А. Дмитрієва О.А. Чисельні методи в інформатиці. /Л.П. Фельдман, А.І. Петренко, О.А. Дмитрієва – К. :Видавнича група ВНУ, 2006. - 480 с.
5. Гаврилюк І.П., Копистира М.П., Макаров В.Л., Москальков М.М.. Збірник задач з методів обчислень./ І.П. Гаврилюк, М.П. Копистира, В.Л. Макаров, М.М. Москальков - К.:ВЦ «Київський університет», 2004. – т 1,2.
6. Шмидский Я.К. Mathematica 5. Самоучитель/ Я.К.Шмидский.- М.:Издательский дом «Вильямс», 2004. – 529 с.

УДК 519. 872
ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДВОКАНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ
МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Н.В. Поліщук¹, Н.П. Селезньова²

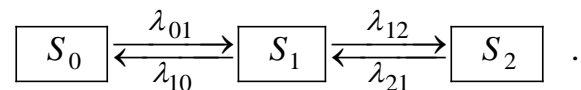
¹Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ
e-mail: nvpolin@gmail.com,

²Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ
e-mail: nadijasel@gmail.com

Розглянута задача дослідження надійності роботи системи масового обслуговування, яка складається з двох вузлів і може перебувати в трьох станах. Наведені диференціальні рівняння Колмогорова, рівняння фінальних станів. Розраховані ймовірності фінальних станів і надійність роботи системи. Досліджене питання максимізації надійності системи.

Системи масового обслуговування (СМО) широко використовуються в прикладних задачах [1, 2, 3]. Для них розглядаються питання дослідження надійності, ефективності роботи в курсах теорії ймовірностей, теорії надійності, дослідження операцій, в інших прикладних задачах.

Будемо розглядати двоканальну СМО з відмовами, яка може перебувати в трьох станах: S_0, S_1, S_2 . Граф системи має вигляд:



В системі протікає найпростіший (тобто стаціонарний ординарний і без післядії) потік, який переводить її із стану S_i в стан $S_j, i, j=0, 1, 2$, з інтенсивністю λ_{ij} .

Матриця інтенсивностей переходів для станів системи має вигляд:

$$\Lambda = \begin{pmatrix} -\lambda_{00}^* & \lambda_{01} & \lambda_{02} \\ \lambda_{10} & -\lambda_{11}^* & \lambda_{12} \\ \lambda_{20} & \lambda_{21} & -\lambda_{22}^* \end{pmatrix}^T,$$

де $\lambda_{ii}^*, i=0, 1, 2$ – сумарна інтенсивність потоків, які виводять систему із стану S_i .

Складемо матрицю інтенсивностей переходів для даної системи:

$$\Lambda = \begin{pmatrix} -\lambda_{01} & \lambda_{01} & 0 \\ \lambda_{10} & -(\lambda_{10} + \lambda_{12}) & \lambda_{12} \\ 0 & \lambda_{21} & -\lambda_{21} \end{pmatrix}^T.$$

Позначимо $p_i(t)$ – ймовірність знаходження системи в стані S_i , $i=0, 1, 2$, в момент часу t . Ці ймовірності задовольняють матричній системі диференціальних рівнянь Колмогорова [1]:

$$\Lambda \cdot \begin{pmatrix} p_0(t) \\ p_1(t) \\ p_2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p'_0(t) \\ p'_1(t) \\ p'_2(t) \end{pmatrix},$$

або в координатній формі:

$$\begin{cases} p'_0 = -\lambda_{01}p_0 + \lambda_{10}p_1, \\ p'_1 = \lambda_{01}p_0 - (\lambda_{10} + \lambda_{12})p_1 + \lambda_{21}p_2, \\ p'_2 = \lambda_{12}p_1 - \lambda_{21}p_2, \end{cases}$$

з початковим умовами: $p_0(0)=1$, $p_1(0)=0$, $p_2(0)=0$.

В кожний момент часу t , для функцій $p_i(t)$ виконуються співвідношення:

$$p_0(t) + p_1(t) + p_2(t) = 1.$$

В теорії випадкових процесів доведено [1, с.163], що, якщо кількість станів системи скінчена і з кожного з них можна за скінчене число кроків перейти в будь-який інший стан, то існують фінальні ймовірності станів, тобто

$$\lim_{t \rightarrow \infty} p_i(t) = p_i, \quad i=0, 1, 2,$$

які задовольняють системі лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} -\lambda_{01}p_0 + \lambda_{10}p_1 = 0, \\ \lambda_{01}p_0 - (\lambda_{10} + \lambda_{12})p_1 + \lambda_{21}p_2 = 0, \\ \lambda_{12}p_1 - \lambda_{21}p_2 = 0, \end{cases}$$

при умові $p_0 + p_1 + p_2 = 1$.

Ці ймовірності можна визначити за формулами Ерланга:

$$p_0 = \left(1 + \frac{\lambda_{01}}{\lambda_{10}} + \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\lambda_{21}\lambda_{10}} \right)^{-1}, \quad p_1 = \frac{\lambda_{01}}{\lambda_{10}} p_0, \quad p_2 = \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\lambda_{21}\lambda_{10}} p_0, \quad p_0 + p_1 + p_2 = 1. \quad (1)$$

Застосуємо цю систему для дослідження надійності роботи виробничого комплексу з двох машин, які випускають деяку продукцію, і однієї ремонтної бригади.

Нехай стан системи S_0 – обидві машини працюють, S_1 – одна з машин працює, інша в ремонті, S_2 – обидві машини не працюють. Нехай середній час безвідмовної роботи однієї машини $t_0 = 10$ годин, ремонт машини триває $t_1 = 3$ години. При переході із стану S_0 в стан S_1 з ладу може вийти перша або друга машина з інтенсивністю $\lambda = 1/t_0 = 1/10$, тому $\lambda_{01} = 2\lambda = 2/t_0 = 1/5$, $\lambda_{12} = 1/t_0 = 1/10$, $\lambda_{21} = \lambda_{10} = 1/t_1 = 1/3$.

Обчислюючи фінальні ймовірності за формулами (1), маємо

$$p_0 = 0,562; p_1 = 0,337; p_2 = 0,101.$$

Надійність системи P в стаціонарному режимі при послідовному з'єднанні визначається за формулою [1, с. 243]:

$$P = p_0 p_1 p_2 = 0,562 \cdot 0,337 \cdot 0,101 = 0,019.$$

Середнє число працюючих елементів визначається співвідношенням $u = n/(1+\rho) = 2/(1+0,3) = 1,54$, де $n = 2$, $\rho = \lambda_{12}/\lambda_{21} = 0,3$.

Враховуючи формули (1), запишемо вираз для надійності системи P як функцію зведеної інтенсивності ρ , $\rho = \lambda_{12}/\lambda_{21}$, $2\rho = \lambda_{01}/\lambda_{10}$, маємо:

$$P = p_0 p_1 p_2 = \frac{4\rho^3}{(1+2\rho+2\rho^2)^3}.$$

Дослідивши цю функцію на екстремум, маємо $P_{\max} = \frac{5\sqrt{2}-7}{2} = 0,0355$ при $\rho = \sqrt{2}/2$. Тоді середня кількість працюючих машин $u = n/(1+\rho) = 1,5858$.

Література

1. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель // Москва. Сов.радио – 1998. – 552 с.
2. Поліщук Н.В. Дослідження операцій: конспект лекцій для студентів видавничо-поліграфічного інституту НТУУ «КПІ» / Н.В. Поліщук, О.І. Кушлик-Дивульська, Б.П. Орел // Електронне навчальне видання НМУ № Е 10/11. 571. – К.: НТТУ «КПІ» – 2011. – 68с.
3. Поліщук Н.В. Дослідження ефективності роботи деякої системи масового обслуговування / Н.В. Поліщук, Л.С. Бур // Матер. VI Міжнар. наук.-практ. конф. «Матема-тика в сучасному технічному університеті», Київ, 28-29 грудня 2017 р. Секція 1. Застосування математики в суміжних науках. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського» – 2018. – С. 105-108.

УДК 517.928

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ СИСТЕМ
КЕРУВАННЯ З ПІСЛЯДІЄЮ

М.О. Рашевський

Криворізький національний університет

e-mail: mora290466@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1136-2691>

У статті асимптотичним методом досліджено нестационарну систему автоматичного керування з післядією. Розглядається лінійна система керування з повільно змінними коефіцієнтами. Побудовано перетворення, що зводить систему із запізненням до системи, що з точністю до певного степеня малого параметра не містить членів без відхилення аргументу. Побудоване перетворення залежить від спектру головної матриці, і не залежить від того, сталим чи змінним є відхилення аргументу.

In the article, the non-stationary automatic control system with the aftereffect was investigated by an asymptotic method. A linear control system with slowly varying coefficients is considered. A transformation that reduces the delayed system to a system is constructed, which, with the precision to a certain degree of a small parameter, does not contain members without rejecting an argument. The constructed conversion depends on the spectrum of the main matrix, and does not depend on whether the reject of argument is constant or variables.

Постановка проблеми в загальному вигляді, її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Системи керування з післядією (системи з пам'яттю, із запізненням) неодноразово були об'єктом дослідження у зв'язку із моделюванням різноманітних технічних пристроїв [1]. Згадані системи містять ланку сталого або змінного запізнення і описуються системами диференціальних рівнянь з відхиленням аргументу (ВА) вигляду [2]:

$$\frac{dx(\tau)}{dt} = A(\tau)x(\tau) + C(\tau)x(\tau - \Delta(\tau)) + B(\tau)u(\tau). \quad (1)$$

Тут $\mathbf{x}(\tau, \varepsilon)$ – невідомий n - вимірний вектор, $A(\tau)$, $B(\tau)$, $C(\tau)$ – матриці динамічних коефіцієнтів системи, що є функціями повільного часу $\tau = \varepsilon t$, $\tau \in [0; L]$, $L < +\infty$, $\varepsilon > 0$ – дійсний малий параметр, $\Delta(\tau)$ – відхилення аргументу (запізнення), $\mathbf{u}(\tau)$ – r - вимірний вектор керування. Залежно від $\Delta(\tau)$ ставиться початкова задача. Ставиться також задача оптимального керування [1, 3], які тут не конкретизуються. Нестационарні системи керування моделюються системами, що містять змінні коефіцієнти, і тому, як правило, не інтегруються у квадратурах. Для побудови розв'язків таких систем використовуються наближені методи, зокрема асимптотичні [2, 3].

Аналіз актуальних досліджень та публікацій. У роботі [3] побудовано асимптотичний розв'язок системи керування без ВА, розглянуто задачі побудови матриці імпульсних перехідних функцій, задачі інтегрування системи при повільній зміні параметрів об'єкта і регулятора тощо. У роботі [2] запропоновано метод зведення системи рівнянь з ВА нейтрального типу до такої, що з точністю до $O(\varepsilon^m)$ не містить членів без ВА. Суттєвою при цьому є умова, щоб спектр матриці $A(\tau)$ був суто уявним.

Формулювання мети дослідження. Метою роботи є застосування методу [2] до системи (1) при різних припущеннях про спектр головної матриці системи.

Викладення основного матеріалу дослідження. Вимагатимемо виконання таких умов.

1⁰. Матриці $A(\tau)$, $B(\tau)$ та $C(\tau)$ достатню кількість разів диференційовні на проміжку $[0; L]$.

2⁰. Спектр матриці $A(\tau)$ є суто уявним на проміжку $[0; L]$.

Наслідуючи [2, стор. 161], розглянемо однорідну систему

$$\frac{dx(\tau)}{dt} = A(\tau)x(\tau), \quad (2)$$

в якій виконаємо підстановку $x(\tau) = P(\tau, \varepsilon)y(\tau)$, де матриця $P(\tau, \varepsilon) = \sum_{k=0}^m P_k(\tau)$ будується так, щоб мала місце тотожність $\varepsilon P'(\tau, \varepsilon) = A(\tau, \varepsilon)P(\tau, \varepsilon) - P(\tau, \varepsilon)\Lambda(\tau, \varepsilon)$; штрихом позначено похідну по змінній τ , а матриця $\Lambda(\tau, \varepsilon) = \sum_{k=0}^m \Lambda_k(\tau)$ – діагональна. Прирівнюючи коефіцієнти при степенях ε , дістанемо систему матричних рівнянь вигляду $A(\tau)P_k(\tau) - P_k(\tau)\Lambda_0(\tau) = F_k(\tau, \varepsilon)$, $k = \overline{1, m}$, де матриця $F_k(\tau, \varepsilon)$ відомим чином виражається через коефіцієнти системи та містить похідну матриці $P_{k-1}(\tau)$. Розв'язність записаної системи залежить від характеру спектру матриці $A(\tau)$. Припустимо, що виконано таку умову.

3⁰. Власні числа $\lambda_1(\tau), \lambda_2(\tau), \dots, \lambda_n(\tau)$ матриці $A(\tau)$ є різними на $(0; L]$ і збігаються у точці $\tau = 0$ із кратністю $q \geq 0$, тобто $\lambda_i(\tau) - \lambda_j(\tau) = \tau^q \varphi(\tau)$, $\varphi(0) \neq 0$; $i, j = 1, 2, \dots, n$ так, що матриця $A(0)$ є тотожно нульовою.

Якщо $q = 0$, то спектр матриці є простим, якщо ж $q > 0$ – ціле число, то говорять, що система (2) має точку повороту (ТП) [4] $\tau = 0$ кратності q . При виконанні останньої умови систему (2) називають майже діагональною; при наявності в нулі жорданової клітини необхідно використовувати багатомасштабний метод. Випадок простого спектру а також тотожно кратного розглянуто у [2]. Для інтегрування (2) при наявності ТП використаємо метод В. Вазова [4] інтегрування майже діагональних систем. При цьому коефіцієнти матриці $P(\tau, \varepsilon)$ визначатимуться не з алгебричних рівнянь, як у [2], а з диференціальних.

Для цього похідні матриць $P_{k-1}(\tau)$ необхідно перемістити із $F_k(\tau, \varepsilon)$ у попереднє рівняння із множником ε , що відповідатиме перегрупуванню доданків під час прирівнювання коефіцієнтів при степенях ε .

Після подальшого виконання описаних у [2] перетворень системи (2), дістанемо систему рівнянь, що з точністю до $O(\varepsilon^{m(q)})$ інтегрується у квадратурах. Число $m(q)$ визначено далі. За допомогою розв'язку останньої системи зведемо описаним у [2] способом систему (1) до вигляду

$$\frac{dx(\tau)}{dt} = \varepsilon^{m(q)} A_1(\tau, \varepsilon)x(\tau) + C_1(\tau, \varepsilon)x(\tau - \Delta(\tau)) + B_1(\tau, \varepsilon)u(\tau). \quad (3)$$

Коефіцієнти останньої системи нескладно записати [2, 3] через описані раніше величини. Справджується така теорема.

Теорема. Якщо виконуються умови 1^0 , 2^0 , то існує не вироджене перетворення, що зводить систему (1) до системи вигляду (3), де число $m(q) = m$ у випадку простого спектру головної матриці системи (1), $m(q) = \frac{mq}{q+1}$ при виконанні умови 3^0 .

Зауваження. У випадку тотожно кратного кореня характеристичного рівняння система (1) також зводиться до вигляду (3), але малим параметром буде степінь ε , що визначається показниками жорданової клітини.

Висновки та перспективи подальших досліджень у цьому напрямку. Питання про можливість реалізації описаних перетворень не є тривіальним. Так, диференціальні рівняння з ВА випереджувального типу, як відомо [1], не допускають технічної реалізації в системах автоматичного керування. Не часто знаходять застосування і системи нейтрального типу. Суто математичні перетворення, що зводять систему до згаданого вигляду можуть не мати фізичного змісту, а отже і практичної реалізації. Це є питання окремого дослідження, як і розв'язання названих у першому пункті задач.

Література

1. Солодов А. В. Системы с переменным запаздыванием / А. В. Солодов, Е. А. Солодова. – М. : Наука, 1980. – 384 с.
2. Фещенко С. Ф. Асимптотические методы в теории линейных дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом / С. Ф. Фещенко, Н. И. Шкиль, Ю. П. Пидченко, Н. А. Сотниченко. – К. : Наук. думка, 1981. – 294 с.
3. Шкиль Н. И. Асимптотические методы в дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнениях / Н. И. Шкиль, А. Н. Вороной, В. Н. Лейфура. – К. : Выща шк, 1985. – 248 с.
4. Wasow W. Linear Turning Point Theory. – N.Y.: Springer, 1984, - 246 p.

517.5

**НАБЛИЖЕННЯ КЛАСІВ ПЕРІОДИЧНИХ ФУНКЦІЙ З
ОБМЕЖЕНОЮ ПОХІДНОЮ ПОВТОРНИМИ СЕРЕДНІМИ
ВАЛЛЕ ПУССЕНА**

О.Г. Ровенська¹, С.В. Півоварова²

¹Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: rovenskaya.olga.math@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1612-5409>, ResearcherID V-5628-2018

²Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: sveta.vladimirova885@gmail.com

Отримано асимптотичні формули для точних верхніх меж відхилень Γ -повторних сум Валле Пуссена на класах аналітичних періодичних функцій однієї змінної. Ці співвідношення, за певних умов, забезпечують розв'язок відповідної задачі Колмогорова-Нікольського для повторних сум Валле Пуссена на класах аналітичних функцій. Вказано умови, за яких повторні суми Валле Пуссена забезпечують кращий порядок наближення, ніж класичні.

Approximation of analytic periodic functions by repeated de la Vallee Poussin sums taken over classed of periodic functions that admit analytic extensions to a fixed strip of the complex plane. In certain cases, these formulas give a solution of the corresponding Kolmogorov-Nikolsky problem. We indicate conditions under which the repeated de la Vallee Poussin sums guarantee a better order of approximation than ordinary de la Vallee Poussin sums.

Нехай $S_n(f; x)$ – часткові суми ряду Фур'є функції $f(x) \in L^1[-\pi; \pi]$ і p, p_1, p_2, \dots, p_r – довільні натуральні числа такі, що $p < n, \sum_{k=1}^r p_k < n$.

Тоді, суми Валле Пуссена функції $f(x)$ класичні $V_{n,p}(f; x)$ і повторні $V_{n,p}^{(r)}(f; x)$, відповідно, задаються співвідношеннями

$$V_{n,p}(f; x) = \frac{1}{p} \sum_{k=n-p}^{n-1} S_k(f; x),$$
$$V_{n,p}^{(r)}(f; x) = \frac{1}{p_1} \sum_{k_1=n-p_1}^{n-1} \frac{1}{p_2} \sum_{k_2=n-p_2+1}^{k_1} \dots \frac{1}{p_r} \sum_{k_r=k_{r-1}-p_r+1}^{k_{r-1}} S_{k_r}(f; x).$$

Поліноми $V_{n,p}(f; x)$ і $V_{n,p}^{(r)}(f; x)$ можна подати у вигляді лінійних середніх рядів Фур'є, які породжуються нескінченними трикутними матрицями чисел $\Lambda = \{\lambda_k^{(n)}\}$. Огляд основних апроксимативних властивостей повторних сум Валле Пуссена $V_{n,p}^{(r)}(f; x)$ міститься в роботі [1].

Нехай $\psi(k)$ – довільна функція натурального аргументу і β – фіксоване дійсне число. Множина неперервних функцій $f(x)$ для яких ряд

$$\sum_{k=1}^{\infty} \psi^{-1}(k) \left(a_k \cos\left(kx + \frac{\beta\pi}{2}\right) + b_k \sin\left(kx + \frac{\beta\pi}{2}\right) \right)$$

є рядом Фур'є деякої сумовної функції $f_{\beta}^{\psi}(x)$ позначається через C_{β}^{ψ} . Якщо $f \in C_{\beta}^{\psi}$ і, крім того, $f_{\beta}^{\psi}(x) \in S_M^0$, тобто виконано умови

$$\int_{-\pi}^{\pi} f_{\beta}^{\psi}(t) dt = 0,$$

то множина таких функцій позначається $C_{\beta, \infty}^{\psi}$.

Позначимо через D_q множину послідовностей $\psi(k), k \in N$, для яких

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\psi(k+1)}{\psi(k)} = q, q \in (0;1).$$

У цьому випадку множини $C_{\beta, \infty}^{\psi}$ складаються з 2π -періодичних функцій, що дозволяють подовження до функцій $F(z) = F(x + iy)$, регулярних у смузі $|\operatorname{Im} z| < \ln \frac{1}{q}$. Важливим прикладом таких класів функцій є класи неперервних суми 2π -періодичних функцій $f(x)$, які можна подати у вигляді згортки

$$f(x) = A_0 + \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f_{\beta}^{\psi}(x+t) P_{\beta}^q(t) dt, \quad P_{\beta}^q(t) = \sum_{k=1}^{\infty} q^k \cos\left(kt + \frac{\beta\pi}{2}\right), \quad q \in (0;1), \quad \beta \in R,$$

у якій $P_{\beta}^q(t)$ - відоме ядро Пуассона. В цьому випадку класи $C_{\beta, \infty}^{\psi}$ позначаються $C_{\beta, \infty}^q$ і називаються класами інтегралів Пуассона [2].

У 1946 році С.М. Нікольський [3] (також [4]) показав, що для точних верхніх меж відхилень часткових сум Фур'є на класах $C_{\beta, \infty}^q$ має місце асимптотична рівність

$$\varepsilon(C_{\beta, \infty}^q; S_n) := \sup_{f \in C_{\beta, \infty}^q} \|f(x) - S_n(f; x)\|_C = \frac{8q^n}{\pi^2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{du}{\sqrt{1 - q^2 \sin^2 u}} + O(1) \frac{q^n}{n}.$$

Асимптотичні формули для точних верхніх меж відхилень сум Фур'є на класах $C_{\beta, \infty}^{\psi}$ $\psi(k) \in D_q$ отримано в роботі [5].

У роботі розглядається асимптотична поведінка при $n \rightarrow \infty$ величин

$$\varepsilon(C_{\beta, \infty}^{\psi}, V_{n,p}^{(r)}) := \sup_{f \in C_{\beta, \infty}^{\psi}} \|f(x) - V_{n,p}^{(r)}(f; x)\|_C,$$

що є точними верхніми межами відхилень повторних сум Валле Пуссена $V_{n,p}^{(r)}(f;x)$ на класах аналітичних періодичних функцій $C_{\beta,\infty}^\psi$, $\psi(k) \in D_q$, $q \in (0;1)$.

Теорема. Нехай $\psi(k) \in D_q$, $q \in (0;1)$, $\psi(k) > 0$, $\beta \in R$. Тоді при $n - \sum_p^- \rightarrow \infty$, $\sum_p^- = \sum_{i=1}^r p_i$ має місце формула

$$\varepsilon(C_{\beta,\infty}^\psi, V_{n,p}^{(r)}) = \frac{4\psi(n - \sum_p^- + r)}{\pi^2 \prod_{i=1}^r p_i} \int_0^\pi Z_q^{r+1}(x) dx + O(1) \frac{\psi(n - \sum_p^- + r)}{q^r \prod_{i=1}^r p_i} \left(\frac{(n - \sum_p^-)^{-1}}{(1-q)^{r+2}} + \frac{\sum_{j=1}^r q^{p_j}}{(1-q)^{r+1}} \right) + O(1) \frac{\psi(n - \sum_p^- + r) \varepsilon_n - \sum_p^- + r - 1}{(1-q)^2},$$

де $\sum_p^a = \sum_{j \in a} p_j$, $a(i)$ – множина, що містить i елементів

$$Z_q(x) = \frac{1}{\sqrt{1 - 2q \cos x + q^2}},$$

$$\varepsilon_n - \sum_p^-(\omega) = O_n(\omega) \int_0^{\frac{\pi}{2}} \omega(2\tau(n - \sum_p^-)^{-1}) \sin \tau d\tau \quad \varepsilon_n - \sum_p^- = \sup_{k \geq n - \sum_p^-} \left| \frac{\psi(k+1)}{\psi(k)} - q \right|,$$

$O(1)$ – величина, рівномірно обмежена щодо $n, q, \beta, p_i, i = 1, 2, \dots, r, \psi(k)$.

Література

1. Шарапудинов И.И. Перекрывающие преобразования для приближения непрерывных функций посредством повторных средних Валле Пуссена // Дагестанские электронные математические известия. – 2017. - вып.8. – С.70-92.
2. Степанец А.И. Решение задачи Колмогорова-Николюского для интегралов Пуассона непрерывных функций // Мат.сб. – 2001. – 192, №1.- С. 113-138.
3. Никольский С.М. Приближение функций тригонометрическими полиномами в бреднем // Изв. АН СССР. Сер.мат. -1946.- 10, №3.- С. 207-256.
4. Стечкин С.Б. Оценка остатка Фурье для дифференцируемых функций // Тр. Мат.ин-та им. В. А. Стрелова АН СССР.- 1980. – 145. – С. 126-151.
5. Степанец А.И., Сердюк А.С. Приближения суммами Фурье и наилучшие приближения на классах аналитических функций // Укр.мат.журн. – 2000. – 52, №3. – С. 375-395.

517.5

НАБЛИЖЕННЯ КЛАСІВ ПЕРІОДИЧНИХ ФУНКЦІЙ ПОВТОРНИМИ СЕРЕДНІМИ ВАЛЛЕ ПУССЕНА

О.Г. Ровенська¹, Д.В. Скорін²

¹Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: rovenskaya.olga.math@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1612-5409>, ResearcherID V-5628-2018

²Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: sskorindanil@gmail.com

Отримано асимптотичні формули для точних верхніх меж відхилень g -повторних сум Валле Пуссена на класах аналітичних періодичних функцій однієї змінної. Ці співвідношення, за певних умов, забезпечують розв'язок відповідної задачі Колмогорова-Нікольського для повторних сум Валле Пуссена на класах аналітичних функцій. Вказано умови, за яких повторні суми Валле Пуссена забезпечують кращий порядок наближення, ніж класичні.

Approximation of analytic periodic functions by repeated de la Vallee Poussin sums taken over classed of periodic functions that admit analytic extensions to a fixed strip of the complex plane. In certain cases, these formulas give a solution of the corresponding Kolmogorov-Nikolsky problem. We indicate conditions under which the repeated de la Vallee Poussin sums guarantee a better order of approximation than ordinary de la Vallee Poussin sums.

Нехай $S_n(f; x)$ – часткові суми ряду Фур'є функції $f(x) \in L^1[-\pi; \pi]$ і p, p_1, p_2, \dots, p_r – довільні натуральні числа такі, що $p < n, \sum_{k=1}^r p_k < n$.

Тоді суми Валле Пуссена функції $f(x)$ класичні $V_{n,p}(f; x)$ і повторні $V_{n,p}^{(r)}(f; x)$, відповідно, задаються співвідношеннями

$$V_{n,p}(f; x) = \frac{1}{p} \sum_{k=n-p}^{n-1} S_k(f; x),$$
$$V_{n,p}^{(r)}(f; x) = \frac{1}{p_1} \sum_{k_1=n-p_1}^{n-1} \frac{1}{p_2} \sum_{k_2=n-p_2+1}^{k_1} \dots \frac{1}{p_r} \sum_{k_r=k_{r-1}-p_r+1}^{k_{r-1}} S_{k_r}(f; x).$$

Поліноми $V_{n,p}(f; x)$ і $V_{n,p}^{(r)}(f; x)$ можна подати у вигляді лінійних середніх рядів Фур'є, які породжуються нескінченними трикутними матрицями чисел $\Lambda = \{\lambda_k^{(n)}\}$. Огляд основних апроксимативних властивостей повторних сум Валле Пуссена $V_{n,p}^{(r)}(f; x)$ міститься в роботі [1].

Нехай $\psi(k)$ – довільна функція натурального аргументу і β – фіксоване дійсне число. Множина неперервних функцій $f(x)$ для яких ряд

$$\sum_{k=1}^{\infty} \psi^{-1}(k) \left(a_k \cos\left(kx + \frac{\beta\pi}{2}\right) + b_k \sin\left(kx + \frac{\beta\pi}{2}\right) \right)$$

є рядом Фур'є деякої сумовної функції $f_{\beta}^{\psi}(x)$ позначається через C_{β}^{ψ} . Вважається, що $f \in C_{\beta}^{\psi}H_{\omega}$ у випадку, якщо $f_{\beta}^{\psi}(x) \in H_{\omega}$, тобто виконується умова $|f_{\beta}^{\psi}(t') - f_{\beta}^{\psi}(t'')| \leq \omega(|t' - t''|), \forall t', t'' \in R$, де $\omega(t)$ – довільний фіксований модуль неперервності.

Позначимо через D_q множину послідовностей $\psi(k), k \in N$, для яких

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\psi(k+1)}{\psi(k)} = q, q \in (0;1).$$

У цьому випадку множини $C_{\beta}^{\psi}H_{\omega}$ складаються з 2π -періодичних функцій, що дозволяють подовження до функцій $F(z) = F(x + iy)$, регулярних у смузі $|\operatorname{Im} z| < \ln \frac{1}{q}$. Важливим прикладом таких класів функцій є класи неперервних у смузі 2π -періодичних функцій $f(x)$, які можна подати у вигляді згортки

$$f(x) = A_0 + \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f_{\beta}^{\psi}(x+t) P_{\beta}^q(t) dt, \quad P_{\beta}^q(t) = \sum_{k=1}^{\infty} q^k \cos\left(kt + \frac{\beta\pi}{2}\right), \quad q \in (0;1), \quad \beta \in R,$$

у якій $P_{\beta}^q(t)$ – відоме ядро Пуассона. В цьому випадку класи $C_{\beta}^{\psi}H_{\omega}$ позначаються $C_{\beta}^qH_{\omega}$ і називаються класами інтегралів Пуассона [2].

О.І. Степанець у роботі [2], показав що величина

$$\varepsilon(C_{\beta}^qH_{\omega}; S_n) := \sup_{f \in C_{\beta}^qH_{\omega}} \|f(x) - S_n(f; x)\|_c$$

не залежить від точки x і при $n \rightarrow \infty$ виконується рівність

$$\varepsilon(C_{\beta}^qH_{\omega}; S_n) = \frac{4q^n}{\pi^2} K(q) O_{\omega} \int_0^{\pi/2} \omega\left(\frac{2t}{n}\right) \sin t dt + \frac{O(1)q^n}{(1-q)^2 n} \omega(1/n),$$

де $K(q)$ – повний еліптичний інтеграл першого роду, $O_{\omega} \in [1/2; 1]$, причому $O_{\omega} = 1$ якщо $\omega(t)$ – опуклий модуль неперервності, а $O(1)$ – величина, рівномірно обмежена щодо n, q і β .

Асимптотичні формули для точних верхніх меж відхилень сум Фур'є на класах $C_{\beta}^{\psi}H_{\omega}$, $\psi(k) \in D_q$ отримано у роботі [5]

$$\varepsilon(C_{\beta}^{\psi}H_{\omega}; S_n) := \sup_{f \in C_{\beta}^{\psi}H_{\omega}} \|f(x) - S_n(f; x)\|_c = \frac{4O_{\omega}}{\pi^2} K(q) \int_0^{\pi/2} \omega\left(\frac{2t}{n}\right) \sin t dt + O(1) \frac{\omega\left(\frac{1}{n}\right) \left(\varepsilon_n + \frac{1}{n}\right)}{(1-q)^2}$$

де $O_\omega \in [1/2; 1]$, причому $O_\omega = 1$, якщо $\omega(t)$ – опуклий модуль неперервності, а $O(1)$ – величина, рівномірно обмежена щодо n, q, β і $\psi(k)$.

У роботі розглядається асимптотична поведінка при $n \rightarrow \infty$ величин що є точними верхніми межами відхилень повторних сум Валле Пуссена $V_{n,p}^{(r)}(f; x)$ на класах аналітичних періодичних функцій $C_\beta^\psi H_\omega$, $\psi(k) \in D_q$, $q \in (0; 1)$.

Теорема. Нехай $\psi(k) \in D_q$, $q \in (0; 1)$, $\psi(k) > 0$, $\beta \in R$ і $\omega \in (t)$ – довільний модуль неперервності. Тоді при $n - \sum_p^- \rightarrow \infty$, $\sum_p^- = \sum_{i=1}^r p_i$ мають місце формули

$$\varepsilon(C_\beta^\psi H_\omega, V_{n,p}^{(r)}) = \frac{2\psi(n - \sum_p^- + r)}{\pi^2 \prod_{i=1}^r p_i} e_{n - \sum_p^-}(\omega) \int_0^\pi Z_q^{r+1}(x) dx + O(1)\psi(n - \sum_p^- + r) \left(\frac{\omega([n - \sum_p^-]^{-1})}{\prod_{i=1}^r p_i (n - \sum_p^-)} \right. \\ \left. \left[\frac{1}{(1-q)^{r+3}} + \frac{1}{(1-q)^{2r}} \right] + \frac{\sum_{i=1}^r q^{p_i} \omega([n - \sum_p^a (r-1)]^{-1})}{\prod_{i=1}^r p_i (1-q)^{r+1}} + \frac{\varepsilon_{n - \sum_{p+r-1}^-} \omega([n - \sum_p^- + r - 1]^{-1})}{(1-q)^2} \right)$$

де $\sum_p^a = \sum_{j \in a} p_j$, $a(i)$ – множина, що містить i елементів

$$Z_q(x) = \frac{1}{\sqrt{1 - 2q \cos x + q^2}}, \quad e_{n - \sum_p^-}(\omega) = O_n(\omega) \int_0^{\frac{\pi}{2}} \omega(2\tau(n - \sum_p^-)^{-1}) \sin t d\tau,$$

$O_n(\omega) \in [1/2; 1]$, $O_n(\omega) = 1$, якщо $\omega(t)$ – опуклий модуль неперервності, $O(1)$ – величина, рівномірно обмежена щодо $n, q, \beta, p_i, i = 1, 2, \dots, r, \psi(k)$.

Література

1. Шарапудинов И.И. Перекрывающие преобразования для приближения непрерывных функций посредством повторных средних Валле Пуссена // Дагестанские электронные математические известия. – 2017. – вып.8. – С.70-92.
2. Степанец А.И. Решение задачи Колмогорова-Николюского для интегралов Пуассона непрерывных функций // Мат.сб. – 2001. – 192, №1. – С. 113-138.
3. Никольский С.М. Приближение функций тригонометрическими полиномами в бреднем // Изв. АН СССР. Сер.мат. -1946.- 10, №3.- С. 207-256.
4. Стечкин С.Б. Оценка остатка Фурье для дифференцируемых функций // Тр. Мат.ин-та им. В. А. Стрелова АН СССР.- 1980. – 145. – С. 126-151.
5. Степанец А.И., Сердюк А.С. Приближения суммами Фурье и наилучшие приближения на классах аналитических функций // Укр.мат.журн. – 2000. – 52, №3. – С. 375-395.

УДК 519.632.4

**РОЗВ'ЯЗОК РІВНЯННЯ ПУАССОНА, ЩО ОПИСУЄ
РОЗПОДІЛ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ НА ПОВЕРХНІ
ПЛОСКОПАРАЛЕЛЬНИХ ЕЛЕКТРОДІВ**

Н.О. Солодка¹, Д.С. Жмутський²

¹ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпро
e-mail: solodka_n_o@ukr.net

²ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпро
e-mail: danil.zhmutskiy@gmail.com

Реалізовано чисельний розв'язок диференціального рівняння еліптичного типу, що описує розподіл електричного поля на поверхні електродів. Використано різницеву схему. Результати математичного моделювання можуть служити основою для досліджень по оптимізації технологічних процесів з метою отримання тонких плівок із заданими характеристиками.

The numerical solution of the elliptic type differential equation implemented. The differential equation describes the distribution of the electric field on the electrodes surface. Difference scheme used. The results of mathematical modeling can serve as the basis for research on the technological processes optimization in order to obtain thin films with specified characteristics.

Тонкі плівки, що наносяться електрохімічними методами знаходять застосування у виробництві широкого спектру фотоелектричних пристроїв, таких як напівпровідникові світлодіоди, сонячні елементи і електрохромні ячейки [1]. Також однією з найбільш затребуваних є технологія виготовлення електрохромного скла [2], в яких за допомогою тонкої нанесеної електрохімічним способом плівки, можливо змінювати оптичні властивості в залежності від пропущеної електрики.

Синтез таких функціональних покриттів з заданими характеристиками є актуальним завданням сучасного матеріалознавства. Розробникам важливо визначити такий технологічний режим, який би дозволив досягти оптимальних властивостей і структури плівок з урахуванням певних показників, зокрема, степеню нерівномірності розподілу густину струму, за яким можна досліджувати нерівномірність нанесення плівки. Дані, отримані в ході математичного моделювання, можуть служити основою для досліджень по оптимізації технологічних процесів з метою отримання тонких плівок із заданими характеристиками. Проблема неоднорідності розподілу електричного поля на поверхні електродів виникає в проектуванні великогабаритних електрохімічних пристроїв. Моделювання за допомогою диференціального рівняння еліптичного типу дозволяє виявити на поверхні електродів розташування зон, де густина струму мала,

і спроектувати елемент таким чином, щоб ступінь неоднорідності розподілу густини струму була мінімально можливою.

Мета роботи – реалізувати чисельний розв’язок диференціального рівняння, що описує розподіл електричного поля на поверхні електродів.

Фізичний об’єкт, який моделюється – електрохімічний елемент з електродами прямокутної форми, з довільно обраним габаритним розміром $G \times H$, малою міжелектродною відстанню d і малою товщиною електродів: $d, h^K, h^A < G, H$ (умовні позначки K – катод, A – анод).

Поле електричних потенціалів $U(x, y)$, $V(x, y)$ кожного з двох електродів описує диференціальне рівняння з частинними похідними еліптичного типу – рівняння Пуассона:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = \frac{i \cdot \rho_M}{h^A}, \quad \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} = -\frac{i \cdot \rho_M}{h^K}, \quad (1)$$

де i – локальна густина струму в точці з координатами (x, y) , ρ_M – опір матеріалу електродів.

Рівняння Пуассона розглядається у сукупності з граничними умовами (характеризують певний фізичний процес): задані потенціали на струмопідводах електродів ($U_0 = const, V_0 = 0$ – значення, від якого ведуть підрахунки потенціалів в інших точках), $(U_0 - V_0) = U_0$ – напруга елемента. На всіх чотирьох лініях вільного контуру обох електродів (за межами струмопідводу) – відсутній електронний струм через контур:

$$\frac{\partial U}{\partial x} = 0, \frac{\partial U}{\partial y} = 0, \frac{\partial V}{\partial x} = 0, \frac{\partial V}{\partial y} = 0.$$

Поставлена крайова задача для рівнянь Пуассона розв’язується ітераційними методом [3]. Для цього площину $G \times H$ умовно розділяють вертикальними і горизонтальними лініями на квадратні ділянки з розміром $\Delta \times \Delta$. Для кожного з електродів утворюється сіть, яка є системою з’єднаних між собою опорів R :

$$R = \frac{\rho_M}{h}.$$

В електроліті характеристикою електричного поля є лише густина струму $i(x, y)$, яка підраховується, як функція потенціалів обох електродів в точках з координатами (x, y) :

$$i_{x,y} = \frac{E - 2U_0 + (U_{x,y} - V_{x,y})}{(r^A + r^K + \rho_E)},$$

де r^A , r^K – поляризаційні опори; U_0 – задана напруга на елемент; ρ_E – опір електроліту; E – ерс елемента.

Похідні в диференціальних рівняннях (1) замінюються кінцевими різницями [3], приводячи їх до вигляду різницевих рівнянь:

$$\frac{U_{i+1,j} - 2U_{i,j} + U_{i-1,j}}{\Delta_x^2} + \frac{U_{i,j+1} - 2U_{i,j} + U_{i,j-1}}{\Delta_y^2} = \frac{E - 2U_0 + (U_{i,j} - V_{i,j})}{r^A + r^K + \rho_E} \cdot \frac{\rho_M}{h^A},$$

$$i = 2 \dots N - 1, j = 2 \dots M - 1,$$

Алгоритм вирішення задачі з використанням вказаних різницевих рівнянь починається із задавання довільних значень потенціалів у всіх вузлах обох сіток, і значення $U_0, V_0 = 0$ вузлах, які розташовані на контурі електродів і належать струмовідводам. В ітераційному циклі повторюються операції: перерахування потенціалів у всіх вузлах обох сіток; перерахування потенціалів на лініях контуру обох електродів у відповідності з граничними умовами; перерахування загального струму кожного електрода як сума струмів в усіх вузлах. Сходження ітераційного процесу перевіряється за яким-небудь критерієм, наприклад, порівнянням струмів обох електродів. Ітераційний процес закінчується, коли відхилення критерію на двох чергових кроках досягає заданого нижнього рівня похибки.

Важливим для розробників показником є степінь нерівномірності розподілу густину струму, яку можна отримати за допомогою описаного та програмно реалізованого алгоритму.

Безпосереднім результатом рішення сіткових рівнянь є числові масиви. Користувачеві, як правило, потрібні оброблені дані величини екстремальних значень і координати відповідних їм точок, ізоляції. Тому в перспективі подальших досліджень – надати можливість отримати відображення системи ізоляцій густини струму $i = const$ на площині $G \times H$.

Література

1. Guillén C. TCO /metal / TCO structures for energy and flexible electronic / C. Guillén, J. Herrero // Thin Solid Films. – 2011. – P. 1–17.
2. Granqvist C. G. Electrochromic materials and devices for energy efficiency and human comfort in buildings: A critical review / C. G. Granqvist, M. A. Arvizu, I. Bayrak Pehlivan, H.- Y. Qu, R.-T. Wen, G. A. Niklasson // Electrochimica Acta. – 2018.– Vol. 259. – P. 1170–1182.
3. Тихонов А. Н. Уравнения математической физики / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. – 7-е изд. – М.: Изд-во МГУ ; Наука, 2004. – 798 с.

УДК 519.2
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ

Б.Р. Шараєвський¹, Д.В. Цехмейструк², В.В. Листопадова³

¹Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ
e-mail: suadazuki@gmail.com

²Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ
e-mail: maxim1234543212@gmail.com

³Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ
e-mail: listopadovavv@gmail.com

У статті розкриваються поняття "математична модель" та "математичне моделювання". Розглянуто наукові дослідження в галузі математичного моделювання, зокрема, моделювання навчального процесу. Формалізація цього складного процесу зіштовхується з труднощами, які пояснюються наявністю великої кількості факторів, нехтування якими приводить до невідповідності моделі і процесу моделювання, що приводить до зменшення практичного значення дослідження. Сьогодні особливе значення має застосування математичного апарату для здійснення управління якістю навчального процесу у вищих навчальних закладах. Метою даної роботи є вивчення основ методів математичного моделювання при побудові моделей навчального процесу, побудова та аналіз рейтингової моделі об'єктів вищої освіти.

The article reveals the concepts of "mathematical moodle" and "mathematical modeling". Scientific researches in the field of mathematical modeling, in particular, modeling of educational process are considered. The formalization of this complex process faces difficulties due to the presence of a large number of factors, the neglect of which leads to a discrepancy between the model and the modeling process, which leads to a reduction in the practical value of the study. Today, the use of the mathematical apparatus for the quality management of the educational process in higher educational institutions is of particular importance. The purpose of this work is to study the basics of mathematical modeling methods when constructing models of educational process, construction and analysis of the rating model of higher education objects.

Визначення «математична модель» і «математичне моделювання». Нині математичні моделі застосовуються в різноманітних галузях сучасної науки. Вони стають інструментом опису різних завдань. Спектр цих завдань дуже широкий, включає різні області людської діяльності: освітню, науково-дослідну діяльність, технічне проектування, механіку, медицину, економіку, екологію і т.д. Коректно побудована математична модель дозволяє описати найбільш значущі зв'язки між об'єктами, передбачати поведінку об'єкта в різних умовах, оцінювати різні параметри залежностей, прогнозувати негативні наслідки, потім визначити найкраще рішення.

Розглянемо визначення терміну «математична модель». У статті А.Н. Тихонова в математичній енциклопедії цей термін визначається як опис класу явищ навколишнього світу, який виражений за допомогою символіки. Математична модель визначається як об'єкт - замісник об'єкта -

оригіналу, який надає вивчення деяких властивостей оригіналу [8]. В роботі [7] математична модель визначається як «рівноцінна заміна» об'єкта, що відображає його найважливіші властивості – тобто закони, яким він підпорядковується, властиві складові частини.

Відповідно, математичне моделювання це побудова та дослідження математичних моделей. Згідно А.А. Ляпунова «Математичне моделювання є непрямим практичним або теоретичним дослідженням об'єкта, в якому безпосередньо вивчається не сам об'єкт, а деяка допоміжна штучна або природна система (модель), яка знаходиться в певній об'єктивній відповідності з об'єктом» [6].

Застосування математичного моделювання при побудові моделей освітнього процесу. Вирішення проблем управління якістю освітнього процесу можливо в разі застосування математичного моделювання, в тому числі побудови математичних моделей освітнього процесу. Дійсно, ефективно управління якістю неможливо без заміни суб'єктивних описів строгими об'єктивними оцінками процесу навчання, що дозволяє розробити метод побудови математичної моделі. В.І. Мешалкин в роботі [4] описав різні аспекти діяльності ВНЗ з точки зору всього спектра функціоналів якості, які застосовуються для вирішення задачі оптимізації управління якістю освітнього процесу. У статтях [1, 9] автори розглянули оптимізаційні моделі оцінки та управління якістю підготовки випускників вузів. Вони розглянули поняття функціонал якості при вирішенні задачі оптимального управління освітнім процесом, причому ці автори не надають особливого значення неконтрольованим перешкодам, виключити які неможливо.

Еталонна модель керування великими системами управління для синтезу самоналагоджувальних систем автоматичного управління складними багатоконтурними технічними об'єктами була запропонована професором В.І. Чернецьким [10]. Сутність еталонної моделі полягає в тому, що надається можливість вибрати еталонний об'єкт управління, в якому значення параметрів вважаються оптимальними. Потім значення контрольованих параметрів інших об'єктів управління, які відносяться до того ж типу, що еталонний об'єкт, калькуюються по відноsinам від значень параметрів еталонного об'єкта. За результатами порівняння еталонних і фактичних значень контрольованих параметрів складається додатковий контур управління, мета якого - послідовна модифікація деяких технологічних параметрів, які визначають зміну руху об'єкта. Використовуючи головну ідею принципу еталонної моделі, рейтингові моделі управління великими системами, по суті, є математичними моделями синтезу додаткових контурів адаптації системи управління, які забезпечують найбільшу ефективність їх функціонування в складних динамічно невизначених умовах при наявності людських чинників, що визначаються, наприклад, неконтрольованими впливами.

Модель розрахунку рейтингів, запропонована в роботі [3], полягає в тому, що вихідні показники активності і стану діяльності заданого об'єкта розділяються на дві групи показників: показники результативності та показники потенційних можливостей. Показники результативності (активності), що відображають результати функціонування об'єкта за попередній період, поділяються на кількість видів діяльності. Показники потенційних можливостей, що характеризують потенційні можливості виконання різних видів діяльності, складаються з деякої кількості класів, які мають свої ознаки. Для кожного класу експертним методом визначаються вагові коефіцієнти і обчислюються рейтинги потенціалів за всіма видами потенційних можливостей і рейтингів результативності (активності) з різних видів діяльності.

Нині популярна модель для розподілу системних об'єктів. Інтегральний показник якості об'єкта, заснований на об'єктивному значенні кожного фактора $R(S_i) = \sum k_{ij} H_j$, $i = 1, \dots, m$, де: $R(S_i)$ - інтегральна якість об'єкта S_i ; m - кількість об'єктів; n - кількість ознак; H_j - значимість j -ї ознаки; k_{ij} - якісна оцінка j -ї ознаки для i -го об'єкта.

Можна виділити етапи математичного моделювання:

1. Визначення об'єкта моделювання.
2. Визначення мети моделювання.
3. Вибір математичного апарату моделювання.
4. Вибір змінних, параметрів, шкал вимірювання, критеріїв оцінки.
5. Визначення зв'язків між змінними.
6. Вибір обмежень.
7. Дослідження моделі.

Наступні етапи пов'язані з вивченням стійкості й адекватності моделі, з практичною реалізацією і впровадженням результатів моделювання. Вид математичної моделі залежить від реального об'єкта, цілей дослідження, необхідної точності і від вибору дослідника. Всяка модель може описати існуючий об'єкт лише з якоюсь мірою наближення до реальності.

Побудова і аналіз моделі ранжирування об'єктів вищої освіти. Припустимо, що показник якості вищого навчального закладу визначається n числом деяких ознак h . Уявімо даний набір в математичному вигляді:

$$H = \begin{pmatrix} h_1 \\ h_2 \\ \vdots \\ h_n \end{pmatrix} \in R^n$$

Компонентами даного вектора H візьмемо характеристики вищого навчального закладу. Можна розглядати набір таких ознак: чисельність професорсько-викладацького складу (ПВС) на одного студента ($N_{пвс}$);

середньозважений бал ЗНО зарахованих за конкурсом на очну форму навчання за програмами бакалаврату та спеціальтети (Сзно); частка ПВС, які мають вчений ступінь кандидата або доктора наук (Qкдн);

Набір ознак представимо у вигляді бази даних. У базі даних представлено 71 ВНЗ і 3 характеристик для кожного об'єкта. Основним джерелом, на якому було відібрано 71 вищих навчальних закладів Україна, послужив веб-сайт «Рейтингове агентство експерт». Інформація про характеристики вузів відібрано на сайті Міністерства освіти та науки України і на сайтах обраних вищих навчальних закладів в звіті про самообстеження за 2012 – 2013 рік.

Характеризуючи зміни, що відбуваються в системі вищої освіти України можна зауважити, що у 2012-2013 навчальному році, порівняно з попереднім навчальним роком, кількість вищих навчальних закладів (ВНЗ) зменшилася з 846 до 823 установ, або на 2,7%. В тому числі, за даними Державної служби статистики України, кількість вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації у 2012-2013 навчальному році склала 489 вузів, що на 12 вузів менше, ніж в попередньому році, а III-IV рівнів акредитації – 334 вузи, або на 11 менше..

Це пояснюється певними змінами в системі освіти, які відбулися останнім часом і були спрямовані на оптимізацію діяльності освітньої галузі. Так, скорочення кількості ВНЗ I-II рівнів акредитації пояснюється ліквідацією дрібних та безперспективних училищ й технікумів, об'єднанням однопрофільних навчальних закладів, або їх злиттям із навчальними закладами вищих рівнів акредитації. Зменшення кількості ВНЗ III-IV рівнів акредитації пояснюється закриттям деяких приватних вузів, в яких не виконувались вимоги до якості підготовки спеціалістів. Таким чином частка державних ВНЗ в цьому секторі вищої освіти зросла.

Кількість студентів вищих навчальних закладів у 2012-2013 навчальному році, порівняно з попереднім навчальним роком, також скоротилася з 2 млн. 311,6 тис. осіб до 2 млн. 170,1 тис. осіб, або на 6,1%. В тому числі кількість студентів у вузах I-II рівнів акредитації зменшилася на 3,2% — до 345,2 тис. осіб, а у вузах III-IV рівнів акредитації на 6,6% - до 1 млн. 824,9 тис. осіб .

Такі зміни у галузі освіти відповідно вплинули на зменшення чисельності викладачів ВНЗ України. Так у 2012-2013 навчальному році чисельність педагогічних та науково-педагогічних працівників у системі вищої освіти скоротилася на 1,6 % - до 36485 осіб.

В той же час, не зважаючи на вказану тенденцію, Україну зараховують до країн з так званими мегасистемами вищої університетської освіти, тобто до країн, де у вищих навчальних закладах навчається понад 1 млн. студентів.

Наведений нижче рис. 1 характеризує динаміку зарахування та підготовки фахівців у вищих навчальних закладах України.

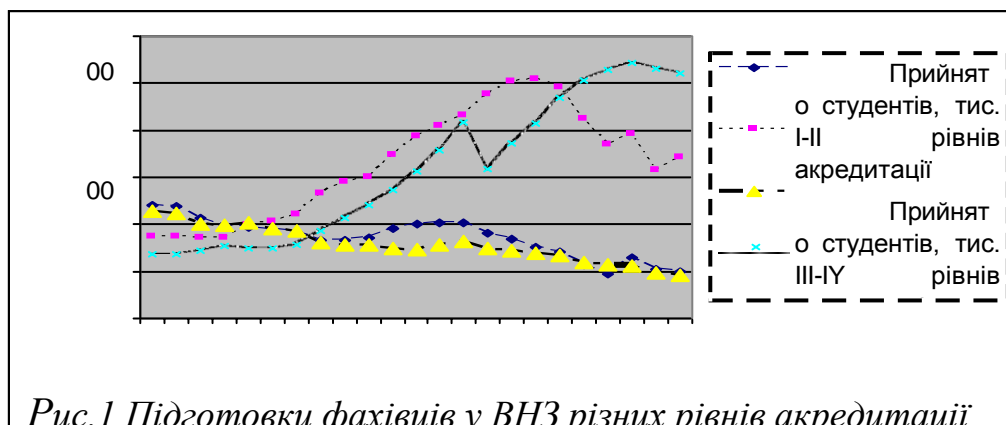


Рис. 1 Підготовки фахівців у ВНЗ різних рівнів акредитації

Як видно з рис.1 чисельність вступників до ВНЗ України має тенденцію до зменшення. Це пов'язано з погіршенням демографічної ситуації в Україні на початку 90-х років та скороченням показників народжуваності. Слід підкреслити, що середньорічна чисельність студентів, прийнятих до ВНЗ I–II рівня акредитації, в 2003 - 2007 рр. була майже в 2 рази більша, ніж прийнятих в 2008-2012 рр. При цьому, хоча кількість студентів прийнятих до ВНЗ I–II рівня акредитації у 2012 році порівняно з 2011 роком зменшилася, кількість прийнятих до вузів III–VI рівня акредитації зросла. Чисельність фахівців, що отримали дипломи про освіту у ВНЗ першого, другого, третього та четвертого рівня акредитації, за останні декілька років також зменшувалась.

В той же час попит на післядипломну освіту (другу вищу освіту, аспірантуру, докторантуру) останнім часом зростає. Як видно з рис.2, чисельність аспірантів і докторантів збільшується. Це може бути пояснено змінами соціально-економічного середовища, фактори якого сприяють розвитку системи так званої безперервної професійної освіти. Безперервна освіта розглядається в науковій літературі як процес і результат розвитку особистості в реально функціонуючій системі державних і громадських установ, які забезпечують можливість загальноосвітньої та спеціальної підготовки людини. Система професійної освіти є частиною загальної системи освіти людини.

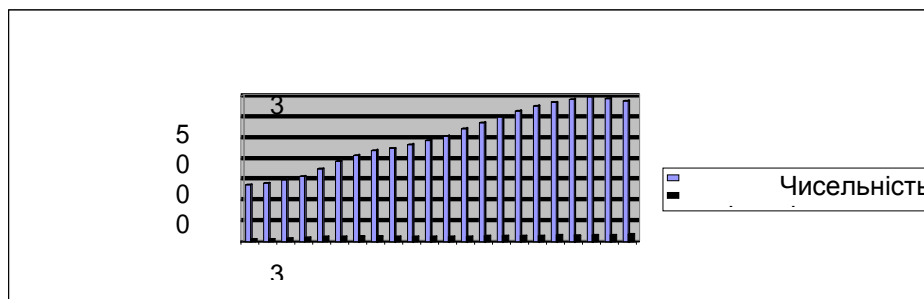


Рис. 2. Чисельність аспірантів

Фінансування освіти є одним із вирішальних факторів розвитку галузі та якості надання освітніх послуг. За даними Державної служби статистики України обсяг фінансування вищої освіти у 2012 році у

порівнянні з попереднім роком збільшились на 4,7 млрд. грн. Це пояснюється зростанням цін на послуги, що забезпечують діяльність вищих навчальних закладів, зокрема цін на комунальні послуги (світло, опалення), на витратні матеріали, тощо.

Як відомо, абсолютні показники фінансування освіти не є достатньо інформативними. Для більш об'єктивної характеристики процесу необхідно використовувати відносні показники, зокрема - питому вагу цих видатків на освіту у загальному обсязі видатків. Так, частка видатків на вищу освіту у загальному обсязі видатків бюджету України починаючи з 2009 року зменшується: у 2012 році частка видатків на вищу освіту зменшилася становила 6,3%, що на 0,5 в.п. менше, ніж у 2009 році, коли частка цих видатків становила 6,8%.

З розвитком ринкових відносин розширюються освітні потреби людини, змінюється структура цих потреб. Для забезпечення належного рівня підготовки фахівців держава повинна забезпечити баланс між державною та недержавною системами вищої освіти, привести у відповідність з регіональними потребами кількість освітніх установ та їх видів, визначити зміст освіти, що адекватний запитам соціально-економічного середовища та інтересам суспільства, забезпечити наступність в освіті, розробити та впроваджувати такі технології навчання, які забезпечать максимальну реалізацію потреб особистості та врахують її індивідуальні особливості.

Отже, в свою чергу, статистика освіти повинна надати органам державного управління на всіх організаційних рівнях необхідну статистичну інформацію для забезпечення прийняття ними обґрунтованих управлінських рішень щодо освіти в цілому та ринку освітніх послуг зокрема. Також, можна зауважити, що математичні моделі застосовуються в різноманітних галузях сучасної науки. Вони стають інструментом опису різних завдань. Спектр цих завдань дуже широкий, включає різні області людської діяльності: освітню, науково-дослідну діяльність, технічне проектування, механіку, медицину, економіку, екологію і т.д. Коректно побудована математична модель дозволяє описати найбільш значущі зв'язки між об'єктами, передбачати поведінку об'єкта в різних умовах, оцінювати різні параметри залежностей, прогнозувати негативні наслідки, потім визначити найкраще рішення.

Література

1. Аветисов А.А., Камышникова Т.В. Оптимизационная модель оценки и управления качества подготовки студентов в ВУЗ // Проблемы качества, его нормирования и стандартов в образовании. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов. 1998. С. 105 - 109.

2. Боргоякова, Т.Г. Моделирование информационных процессов при реализации образовательной программы в вузе / Информатизация образования и методика

электронного обучения: материалы I Международной научной конференции в рамках IV Международного научно-образовательного форума «Человек, семья и общество: история и перспективы развития» (Красноярск, 27-30 сентября 2016 г.) // под общ. ред. М.В. Носкова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. - С. 358-363. - ISBN 978- 5-7638-3559-5.

3. Васильев В.Н. и др. О математических моделях оптимального управления системой подготовки специалистов - Петрозаводск: изд-во Петр. ГУ. 1997.

4. Мешалкин В.И. Учреждения высшего и среднего профессионального образования в Российской Федерации. Аккредитация - самообследование - рейтинг - М.: изд-во РУДН, 1995. - 136 с.

5. Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей - 3-е изд., испр.- М.: КомКнига, 2007. - 192 с. ISBN 978-5-484-00953-4.

6. Новиков И.Б. О философских вопросах кибернетического моделирования - М., Знание, 1964.

7. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры [Текст] - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2001. ISBN 5-9221-0120-X.

8. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем учеб. для вузов - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2001. - 343 с. - С. 6 ISBN 5-06-003860-2.

9. Сухинин В.П., Горшенина М.В. Проектирование дополнительных образовательных услуг на основе методов Г. Тагути // Управление качеством высшего образования: теория, методология, организация, практика, СПб-Кострома: Смольный институт РАО, изд-во КГУ. 2005. Т. 3. С. 80-85.

10. Чернецкий В.И. Математическое моделирование динамических систем [Текст] - Петрозаводск: изд-во Петр. ГУ. 1996.

11. Shannon C.E. A mathematical theory of communication // The Bell System Technical Journal. Vol. 27. P. 379-423, 623-656. July-October. 1948.

12. Закон України "Про вищу освіту" (2002) з положеннями Закону України "Про освіту" (1991).

13. Про внесення змін до деяких Законів України щодо збереження дитячих позашкільних навчальних закладів : Закон України від 5 квіт. 2007 р. № 876-V // Голос України. – 2011. – 19 черв. (№ 106). – С. 3.

14. Україна. Президент . Про додаткові заходи щодо підвищення якості освіти в Україні : Указ Президента України [від 20 березень 2008 р. № 244/2008] // Урядовий кур'єр. – 2010. – 16 квіт. – Орієнтир, с. 2-3

15. Статистика ринків. Підручник для ВНЗ / За наук. ред. Н.О.Парфенцевої, НАСОА Держкомстату України, 2012.- С. 713-715.

УДК 51.77

**ГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ОПТИМАЛЬНОСТІ РОЗВ'ЯЗКУ
ЗАДАЧ З ЕКОНОМІКИ.**

С.О. Шевцов¹, С.А. Корчагіна²

¹Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: sheser.ssa1@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4905-2170>

²Краматорський НВК "Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 6", Краматорськ
e-mail: vm@dgma.donetsk.ua

Тези наочно демонструють використання математичних методів до розв'язку та аналізу задач з економіки, що дозволяє не лише визначити оптимальні умови розв'язання, а й дати рекомендації стосовно подальшого покращення економічного результату. В цьому аспекті запропоновано реалізацію розв'язку на основі графічних інтерпретацій економічних обмежень в вигляді прямих, напівплощин, ліній рівня та вектору градієнту цільової функції.

The theses demonstrate the use of mathematical methods for solving and analyzing tasks in economics, which allows not only to determine the optimal conditions of the solution, but also to give recommendations for further improvement of the economic result. In this aspect, an implementation of a solution based on graphic interpretations of economic constraints in the form of direct, half-planes, level lines, and gradient vector of the target function is proposed.

Значна кількість задач з економіки полягає в оптимізації отриманого розв'язку, наприклад, знайти найбільший прибуток за певних умов, або мінімізувати витрати. Розглянемо метод заснований на геометричній інтерпретації економічних завдань, яка дає можливість наочно представити їх структуру, на прикладі задачі по визначенню оптимального асортименту продукції:

Підприємство виготовляє два види продукції – Π_1 і Π_2 , яка надходить до оптового продажу. Для виробництва продукції використовується два види сировини – А і В. Максимально можливі запаси сировини в добу становлять 9 і 13 одиниць відповідно. Витрата сировини на виробництво одиниці продукції виду Π_1 і Π_2 дано в таблиці 1.

Таблиця 1

| Сиро вина | Витрата сировини на виробництво одиниці продукції | | Запас сировини, од. |
|--------------|--|---------|---------------------------|
| | Π_1 | Π_2 | |
| А | 2 | 3 | 9 |
| В | 3 | 2 | 13 |

Досвід роботи показав, що добовий попит на продукцію Π_1 ніколи не перевищує попиту на продукцію Π_2 більш ніж на 1 од. Крім того, відомо, що попит на продукцію Π_2 ніколи не перевищує 2 од. на добу. Оптові ціни одиниці продукції дорівнюють: 3 грош.од. - для Π_1 і 4 грош.од. - для Π_2 . Яку кількість продукції кожного виду має виробляти підприємство, щоб дохід від реалізації продукції був максимальним?

При позначенні: x_1 – кількість одиниць продукції Π_1 і x_2 – кількість одиниць продукції Π_2 , що виготовлені підприємством, рішення задачі приводить до математичної моделі задачі в вигляді:

$$F = 3x_1 + 4x_2 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 9, & L_1 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 13, & L_2 \\ x_1 - x_2 \leq 1, & L_3 \\ x_2 \leq 2, & L_4 \\ x_1, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

Маємо задачу лінійного програмування, котру розв'яжемо графічним методом (рис. 1).

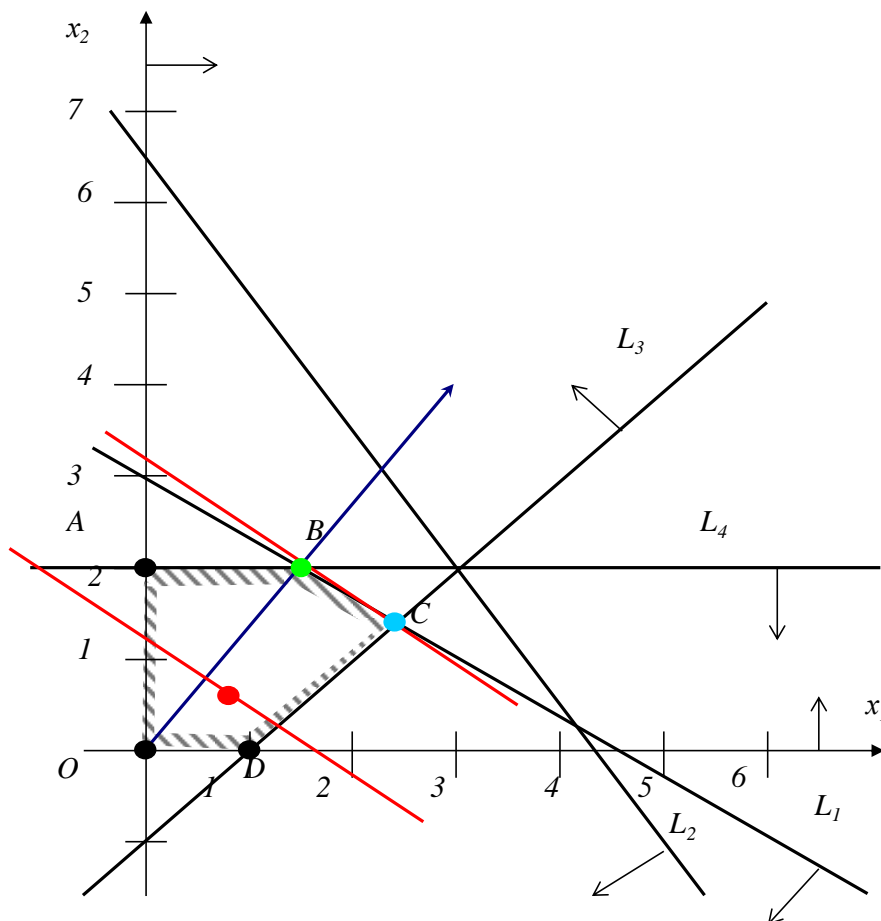


Рис. 1. Графічний розв'язок задачі.

Максимум маємо в точці C . Тому для досягнення максимального доходу потрібно виробляти 2,4 ум. од. продукції Π_1 і 1,4 ум. од. продукції Π_2 . При цьому витрати сировини A складуть 9 одиниць (ресурс дефіцитний), а витрати сировини B складуть 10 одиниць (ресурс недефіцитний).

При аналізі отриманого розв'язку можна його покращити за рахунок збільшення запасу дефіцитного ресурсу.

У нашому прикладі сировина A є дефіцитним ресурсом. На рисунку 2 при збільшенні запасу цього ресурсу пряма L_1 переміщується вгору, паралельно самій собі, до точки K , в якій перетинаються лінії обмежень L_2 , L_3 , L_4 . Простором (допустимих) рішень стає багатокутник $AKDO$. У точці K обмеження L_1 (для ресурсу A) стає надлишковим, так як будь-який подальший ріст запасу відповідного ресурсу не впливає ні на простір рішень, ні на оптимальне рішення.

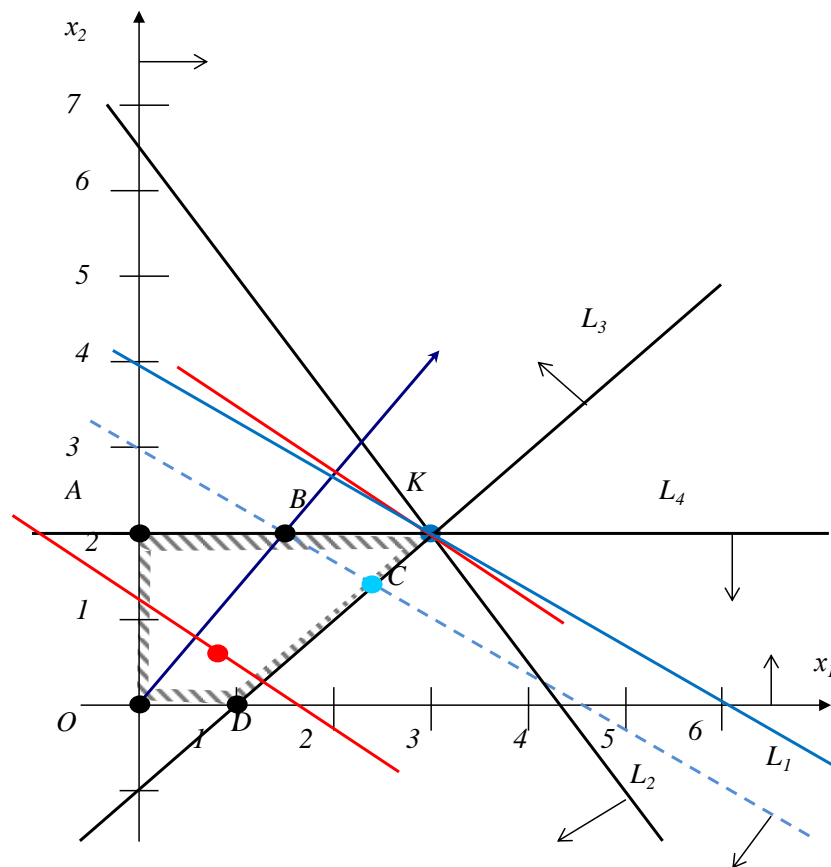


Рис. 2. Визначення оптимального рішення при збільшенні запасу сировини A .

В результаті виходить $x_1=3$ і $x_2=2$. Потім шляхом підстановки координат точки K в ліву частину обмеження L_1 визначається максимально допустимий запас ресурсу A , тобто 12 одиниць, при цьому дохід підприємства збільшиться до 17 грошових одиниць.

Аналогічно можна провести аналіз стосовно дефіцитного співвідношення продукції P_1 та продукції P_2 (обмеження L_3), та аналіз зміни бездефіцитних обмежень L_2 та L_4 . Результати зведемо до таблиці 2.

Таблиця 2

| Ресурс | Тип ресурсу | Максимальна зміна запасу ресурсу, од. | Максимальне збільшення доходу від зміни ресурсу, гр. од. |
|--------|--------------|---------------------------------------|--|
| 1(A) | Дефіцитний | $12 - 9 = 3$ | $17 - 12,8 = 4,2$ |
| 2(B) | Недефіцитний | $10 - 13 = -3$ | $12,8 - 12,8 = 0$ |
| 3 | Дефіцитний | $4 - 1 = 3$ | $13,4 - 12,8 = 0,6$ |
| 4 | Недефіцитний | $1,4 - 2 = -0,6$ | $12,8 - 12,8 = 0$ |

Тобто, згідно з таблицею 2 маємо:

1) в поточних умовах задачі максимальний дохід складає 12,8 гр. од. при виробництві 2,4 ум. од. продукції P_1 і 1,4 ум. од. продукції P_2 ;

2) при збільшенні запасу сировини А до 12 од. максимальний дохід досягне 17 гр. од. при виробництві 3 ум. од. продукції P_1 і 2 ум. од. продукції P_2 ;

3) при різниці між попитом на продукції P_1 і P_2 до 4 од. максимальний дохід досягне 13,4 гр. од. при виробництві 4,2 ум. од. продукції P_1 і 0,2 ум. од. продукції P_2 ;

4) . максимальний дохід не зміниться: коли попит на продукцію P_2 зменшиться до 1,4 од. продукції; коли запаси сировини В знизити до 10 одиниць.

Висновки. Було отримано не тільки розв'язок економічної оптимізаційної задачі, а і на її прикладі показано як графічними методами можна провести аналіз розв'язку, та дати рекомендації щодо покращення результату з точки зору економіки.

Література

1. Макаренко, В. О. Вища математика для економістів : навч. посібник / В. О. Макаренко. – Київ : Знання, 2008. – 517 с. : іл.
2. Высшая математика для экономистов / под ред. Н. Ш. Кремера. – 3-е изд. – М. : Банки и биржи, 2010. – 479 с.
3. Барковський, В. В. Вища математика для економістів: навч. посібник / В. В. Барковський, Н. В. Барковська. – 5-е вид. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 448 с.
4. Малярець, Л. М. Математика для економістів. Вища математика для економістів: навч. посібник/ Л. М. Малярець, Л. М. Афанасьєва, А. В. Ігначкова. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2011. – Ч. 2. – 368 с.

УДК 517.5 519.63

**ПРО МЕТОД КВАЗИСПЕКТРАЛЬНИХ ПОЛІНОМІВ ДЛЯ
ЕЛІПТИЧНИХ РІВНЯНЬ**

П.С. Янчук

Міжнародний економіко-гуманітарний університет ім. академіка Степана
Дем'янчука, Рівне
e-mail: janchukp@ukr.net
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1618-5228>

Застосовано новий ефективний метод до побудови поліноміальних наближень розв'язку крайової задачі Діріхле для еліптичних рівнянь. Метод ґрунтується на застосуванні розвинення в ряди Фур'є функцій кількох змінних за ортогональними квазі-спектральними поліномами. Як і у випадку рівнянь із сталими коефіцієнтами, для рівнянь із змінними коефіцієнтами доведено експотенціальний характер збіжності побудованих наближених розв'язків до точного розв'язку задачі Діріхле.

We introduce a new and efficient method to build polynomial approximations of the solution of the Dirichlet boundary value problem for elliptic equations. The method is based on the application of the Fourier series expansion of functions of several variables in system of orthogonal quasi-spectral polynomials. As in the case of equations with constant coefficients, in the case of the equations with variable coefficients we prove the exponential rate of the convergence of constructed approximate solutions to the exact solution of the Dirichlet problem.

Для еліптичних рівнянь із сталими коефіцієнтами розв'язок записується у явній формі, а для рівнянь із змінними коефіцієнтами для знаходження розв'язку використовується розв'язування систем лінійних рівнянь. Коефіцієнти Фур'є за системою квазиспектральних поліномів першого роду розбиваються на дві групи: крайові та внутрішні. Крайові коефіцієнти знаходяться виключно із крайових умов, не залежно від еліптичних рівнянь, а внутрішні коефіцієнти – із самого диференційного рівняння. Апарат квазиспектральних поліномів, розроблений автором, може широко застосовуватися для розв'язування початково-крайових задач для дифенційних рівнянь [1-6]. В пропонованій роботі застосовано раніше вивчені властивості квазиспектральних поліномів та відповідних рядів Фур'є до розв'язування крайових задач для еліптичних рівнянь із неперервними коефіцієнтами.

Для спрощення презентації, розглянемо наступну одновимірну задачу

$$-\frac{d^2}{dx^2}u = f(x), x \in (-1,1), \quad u(-1) = u_{-1}, u(1) = u_1.$$

Наближений поліноміальний розв'язок даної задачі подамо у вигляді ряду Фур'є за системою ортогональних квазіспектральних поліномів $K_i^\circ(x), i=1, \dots, 2n+2$ [2-6]:

$$\sigma_0^{2n+1} u = \sum_{i=1}^n \frac{d_{2i}^\circ(u_+ - u_-) - f_{2i}^\circ}{\lambda_{2i}^\circ} K_{2i}^\circ(x) + \frac{(u_+ - u_-)}{\sqrt{(2n+2)(2n+3)}} K_{2n+2}^\circ(x) +$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{d_{2i-1}^\circ(u_+ + u_-) - f_{2i-1}^\circ}{\lambda_{2i-1}^\circ} K_{2i-1}^\circ(x) + \frac{(u_+ + u_-)}{\sqrt{(2n+1)(2n+2)}} K_{2n+1}^\circ(x),$$

Тепер розглянемо розв'язування методом квазіспектральних поліномів задачі Діріхле для еліптичного рівняння:

$$-\sum_{i,j=1}^m \frac{\partial}{\partial x_i} \left(a_{ij} \frac{\partial u(x)}{\partial x_j} \right) + c(x)u(x) = f(x), \quad x \in [-1,1]^m \subset \square^m, \quad (1)$$

$$u = \phi, \quad x \in \partial([-1,1]^m), \quad (2)$$

де $a_{ij}(x), f(x)$ неперервно диференційовані функції. Як звичайно припустимо, що матриця $a_{ij}(x)$ є симетричною і задовольняє строгій умові еліптичності

$$\xi^T A(x) \xi \geq \gamma_0 \xi^T \xi, \quad x \in [-1,1]^m, \xi \in \square^m.$$

Задача полягає в апроксимації невідомої функції $u = u(x)$ за допомогою розвинення в ряди Фур'є за квазіспектральними поліномами. Припустимо, що $u \in W_2^2([-1,1]^m)$.

Знайшовши крайові коефіцієнти $u_{2n+2-i'_1, i'_2, \dots, i'_m}^\circ, u_{i'_1, 2n+2-i'_2, i'_3, \dots, i'_m}^\circ, \dots$, де $i'_1 = 0, 1; i'_2 = 0, 1; \dots$, а із системи лінійних алгебраїчних рівнянь внутрішні коефіцієнти $u_{i_1, \dots, i_m}^\circ, 1 \leq i_1, \dots, i_m \leq 2n$, побудуємо поліном

$$\sigma_0^{2n+1} u = \sum_{i_1, \dots, i_m=1}^{2n+2} u_{i_1, \dots, i_m}^\circ K_{i_1}^\circ(x_1) \cdots K_{i_m}^\circ(x_m),$$

який апроксимує точний розв'язок поставленої задачі Діріхле. Із результатів робіт [4-6] випливає наступна теорема.

Теорема. Якщо розв'язок u задачі Діріхле (1),(2) при зроблених припущеннях є елементом Соболевського простору $W_2^k([-1,1]^m)$ при $k \geq 2$, то існує така константа C не залежна від $n \geq 1$, що справджується оцінка

$$\|u - \sigma_0^{2n+1} u\| \leq C \frac{1}{(2n+1)^k}.$$

Застосовано метод квазіспектральних поліномів для наближеного розв'язування модельної крайової задачі Діріхле (1) в m -вимірному паралелепіпеді. Ця задача зводиться до розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь розміром $2^m n^m$ для обчислення внутрішніх коефіцієнтів Фур'є функції u , а всі інші коефіцієнти Фур'є, тобто крайові коефіцієнти Фур'є знаходяться шляхом використання формул для прямих обчислень.

Цей метод нескладно поширити на випадок інших крайових задач для еліптичних рівнянь в m -вимірному паралелепіпеді.

Література

1. Янчук П.С. Использование А-метода при решении эллиптических и параболических уравнений //П.С.Янчук //Гармонический анализ и развитие аппроксимационных методов.-Киев,1989.-С.112-121.
2. Янчук П.С. Квазіспектральні многочлени та крайові задачі. //П.С.Янчук //Волинський математичний вісник.-1999.-Вип. 6.-С.183-187.
3. Янчук П.С. Метод многочленних рядів Фур'є для задачі Діріхле для рівняння Пуассона в квадраті $[-1,1] \times [-1,1]$ //П.С.Янчук //Волинський математичний вісник.-2000.-Вип. 7.-С.193-208.
4. Янчук П.С. Поліноміальна апроксимація розв'язку задачі Діріхле для рівняння Пуассона з неоднорідними крайовими умовами //П.С.Янчук //Волинський математичний вісник.-2011.- Вип. 8(17).-С.213-239.
5. Янчук П.С. Про оцінки похибок поліноміальної апроксимації розв'язку задачі Неймана для рівняння Пуассона //П.С.Янчук //Волинський математичний вісник.-2012.- Вип. 9(18).-С.189-207.
6. Янчук П.С. Про спектральний метод наближеного розв'язування рівняння Пуассона //П.С.Янчук //Питання прикладної математики і математичного моделювання. –Д.,2012. С.261-268

*Секція «Методичні аспекти навчання математики у технічному
університеті»*

**УДК 004.9
ФРАКТАЛЬНО-АКМЕОЛОГІЧНА КОНЦЕПЦІЯ ПРИ ВИВЧЕННІ
МАТЕМАТИКИ (ФРАКТАЛЬНА АКМЕОЛОГІЯ)**

В.М. Антонов

Національний технічний університет України «КПІ», Київ

e-mail: vant4646@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2248-3192>

Розроблена концепція та принципи реалізації інноваційного АРМ викладача-учня з метою ефективного навчання математики на основі фрактально-акмеологічної концепції. Пропонується новий підхід до вирішення проблеми методики викладання математики на основі фрактально-акмеологічної технології. Автор досліджує вплив фракталів на: функціональний стан людини, якість її працездатності; розвиток та саморозвиток Людини як суб'єкта діяльності для досягненні їм «акме» - свого життя та їх застосування в процесі життєдіяльності людини.

Elaborate conception and principles realization innovation AWP teacher-pupil with goal effective education mathematic on the base fractal – acmeology conception. Suggest new method of approach for solve problem methodic teacher mathematic on the base fractal – acmeology technology. Author reaching influence fractals on: functional stature human, quality there able to work hard; development and self- development human in subject work for achieve the him ‘acme’ and use fractals in process of great vitality.

Постанова проблеми в загальному вигляді. Відомо, про якісний потужний вплив фракталів на процеси сприйняття - усвідомлення - запам'ятовування необхідної інформації людиною. Фрактали використовують для моделювання нових алгоритмів розпізнання, вивчення фізіологічних процесів впливу на людину. Існує індивідуальний фрактальний інтерес, стимул, мотивація особистості. Досліджено, що фрактальні зображення мають «гедонічний» позитивний ефект та впливають на формування позитивних емоцій при засвоєнні нових знань. Фрактальна Акмеологія – це інноваційно-методологічний аспект дослідження процесів вивчення математики на основі принципів фракталогії та акмеології.

Аналіз актуальних досліджень та публікацій. Фрактал (лат. *fractus* – подрібнений, дробовий) – нерегулярна, само подібна структура. В широкому розумінні фрактал означає фігуру, малі частини якої в довільному збільшенні є подібними до неї самої. Термін фрактал увів 1975 року Бенуа Мандельброт. Об'єкти, які тепер називаються фракталами, досліджувались задовго до того, як їм було дано таку назву. В етноматематиці, наприклад в роботах Рона Еглаша «Африканські

Фрактали», задокументовано поширені фрактальні геометричні фігури в мистецтві тубільців. В 1525 році німецький митець Альбрехт Дюрер опублікував свою працю Керівництво Художника, один із розділів якої має назву «Черепичні шаблони, утворені пентагонами». Пентагон Дюрера багато в чому є схожим на килим Серпінського, але замість квадратів використовуються п'ятикутники. Джексон Поллок (американський експресіоніст 50-тих років) малював об'єкти, дуже схожі на фрактали. Як відомо, фрактали класифікують відповідно до їхньої само подібності. Розрізняють такі типи само подібності у фракталах: точна само подібність; майже само подібність; статистична само подібність. Найприйнятніші означення «фракталів» просто містять в собі деякий вид статистичної само подібності. Ймовірнісні фрактали є прикладами фракталів, які є статистично, але не майже й не точно само подібними.

Формулювання мети дослідження. Автор досліджує вплив фракталів на: функціональний стан людини, якість її працездатності; розвиток та саморозвиток людини як суб'єкта діяльності для досягненні їм «акме» - свого життя та їх застосування і вплив на якість освіти взагалі і вивчення математики зокрема. Відомо, що фрактальні об'єкти: мистецтво, дизайн тощо викликають: підвищений інтерес людини на основі позитивних емоцій. Автор проектує кібернетично акмеологічну математично-праксеологічну інформаційну систему для дослідження впливу фракталів на людину в процесі її освіти.

Викладення основного матеріалу дослідження. Концепція пропонуємої технології декларується наступним чином: для досягнення максимальної ефективності засвоєння знань з основних розділів математики створюється повний функціонально-технологічний інтегрований набір “гнучких” (генетичних та гібридних) автоматизованих технологій, побудований на основі розподіленої технології (хмарної технології), персонально-глобальних баз даних, знань, цілей, метазнань з використанням сучасних методів математичного моделювання, індивідуального сервісу, СППР для реалізації ідей інформатизації, інтелектуалізації, інтеграції та індивідуалізації.

Основні принципи такої технології полягають у наступному: персоніфікація обчислень та самонавчання, автоформалізація даних і знань, автоматизація нових даних і знань, безпаперовість, модульність, системність, неперервний розвиток, гібридність та генетичність.

Структура розглядаємої креативно-онтологічної комп'ютерної системи на основі пропонуємої технології характеризується такими блоками: ввід, контроль, корегування даних з подальшою їх класифікацією, структуризація та організація на основі існуючих моделей баз знань; аналіз і рішення методичних задач з математики у відповідності з базами концептуальних моделей і готових рішень; зберігання і управління фактологічними даними, знаннями, метазнаннями за допомогою

відповідних систем управління на основі модуля аналізу, реорганізації та прогнозу; вивід проміжних і кінцевих результатів за допомогою бази результатів; інтерпретатора та лінгвістичного процесора; навчання і тренування роботи з інтелектуальним АРМ. Автором створена інноваційна система Web - технології для розробки сучасних методик викладання математики, яка задовольняє таким основним принципам: акмеологічність, синергетичність, веболоджість, вебсерфінговість, мережовість, армовість, інтерактивність, інтелектність тощо. Автор пропонує новий підхід до вирішення проблеми методики викладання математики на основі фрактально-акмеологічної концепції. Як базовий елемент цієї методики пропонується наступна технологія проектування мультимедійних електронних підручників (ЕП). Загальна схема розділів ЕП: головна сторінка, модулі, загальна інформація. Головна сторінка включає: автори ЕП з характеристикою сфери їх професійних інтересів, назва підручника з вказівкою, чи це оригінальний підручник, чи створений на базі вже існуючого. Пояснення стосовно категорії ЕП: нормативний, спеціальний, експериментальний, довідниковий тощо, анотація, призначення: для початківців, для професіоналів. Якими знаннями треба володіти, щоб засвоїти матеріал, зміст питань, назва модулів, література: основна, додаткова, URL, тезаурус, нормативно-правова база, реєстрація користувачів, БД архівних та постійних користувачів. Модулі ЕП: перелік модулів та коротка інформація з вимогами стосовно до ефективності вивчення матеріалу модуля, теоретичний матеріал модуля ЕП; задачі, завдання до (по) матеріалу модуля, приклади розв'язування задач, вправи для самостійної роботи, система ранжованих підказок, система навігації відповідей, нечітких підказок, система тестів, контрольні підсумкові роботи по модулю, експрес-опитування, теми пропонуємих рефератів, теми для самостійних робіт, блок рейтингової оцінки за модуль, список допоміжної літератури, словник. Загальна інформація по ЕП: задачі, до всього матеріалу, приклади розв'язування задач, вправи для самостійної роботи, система ранжованих підказок, навігації, тестові завдання по, теми самостійних робіт, модульна рейтингова оцінка, загальний гіпермедійний словник. Блок сертифікації учнів.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Автор досліджує вплив фракталів на: функціональний стан людини, її працездатність; розвиток та саморозвиток Людини як суб'єкта діяльності при вивченні природних дисциплін, зокрема математики та досягненні особою «акме» - свого життя. Відомо, що фрактальні об'єкти: мистецтво, дизайн тощо викликають: підвищений інтерес людини у направленні позитивних емоцій. Авторський колектив проектує кібернетично акмеологічну математично-праксеологічну інформаційну систему для дослідження впливу фракталів на людину при вивченні математичних дисциплін. Таким чином, головна функція АРМ є функція креативності, тобто творча функція.

УДК 004.9
АКМЕ-ЕПІСТЕМОЛОГІЧНА МАТЕМАТИКА У ТЕХНІЧНОМУ
УНІВЕРСИТЕТІ XXI СТОРІЧЧЯ

В.М. Антонов

Національний технічний університет України «КПІ», Київ
e-mail: vant4646@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2248-3192>

В НТУУ «КПІ» і в Українській Академії Акмеології досліджується проблема природних задатків молоді, які обов'язково необхідно враховувати тим, хто хоче якісно викладати математику. Універсальних педагогів з математики не існує, тому для їх підготовки потрібно залучити фахівців з тих 270 наук, що опікуються людинознавством і використати авторську комп'ютерну експертно-аналітичну інформаційну систему з математики (створена в УАА та НТУУ «КПІ»), яка має можливість обробити більше ніж 4500 характеристик внутрішніх природно-генетичних можливостей Особи і видати відповідні рекомендації, поради та методики стосовно проблеми, що досліджується.

Author in NTUU «KPI» and Ukraine Academy Acmeology research problem natural gifted youngsters for high-quality teaching mathematic. Universal teachers no exist and for there training need use smart professionals from more 270 science human's knowledge and use author's computer expert-analytic informatics system from mathematic (create in NTUU «KPI» and Ukraine Academy Acmeology), which may to processing more 4500 characteristics inner natural-genetic opportunity person and to do high-quality recommendations, suggestions, methodic for solve problems which research on the base cybernetic – mathematic acmeology.

Постанова проблеми в загальному вигляді. Проблема, що аналізується і досліджується вельми актуальна та інноваційно-креативна. Епістемологія це англomовний термін, що означає теорію пізнання і головним чином наукового пізнання. К. Папер називає епістемологію еволюційною, тому що він розглядає її як продукт біологічної еволюції.

Аналіз актуальних досліджень та публікацій. Цей підхід особливо важливий у сучасній освіті взагалі і при викладанні (вивченні) математики в сучасному технічному університеті – вочевидь [1, 2]. Проблема вельми актуальна, важлива та інноваційно-креативна! В Українській Академії Акмеології (УАА) є окремий підрозділ, який опікується і цим науково-теоретичним і практично-емпіричним направленням і називається він – Акме-ювенологія.

Формулювання мети. Цей підрозділ (сектор) УАА, який існує вже 10 років має назву: «Статеву – гендерна та вікова акмеологічна ювенологія». Акмеологічна ювенологія досліджує потенційно-ресурсні можливості сучасної молоді, її мотиваційні запити, цінності, за бажаності, інтереси та займається видачою порад, рекомендацій, технологій, методик для реалізації отриманих результатів з метою досягнення юнаками і юнками свої пікових (дахових, акме-) здібностей у повсякденному житті.

Викладення основного матеріалу дослідження. Актуальність проблеми, що розглядається також пов'язана з тим, що молодь серед динамічних еліт України за інноваційною енергетикою і креативними емоціями займає найперше рейтингове місце серед базових поколінь: підлітки = 11 – 17 років; «міленіали» = 18 – 29 років; активне покоління = 30 – 44 років; зріле покоління = 45 – 59 років; старше покоління більше 60 років. За покоління підлітків та міленіалів (міленіумів) йде «боротьба» у всьому світі, тому що воно є головною рушійною силою для інших поколінь. Міленіали - термін запропонували американські дослідники, автори теорії поколінь Вільям Штраус (William Strauss) і Нейл Хоув (Neil Howe). Міленіалами (або поколінням Y) називають тих, хто став активним членом суспільства у третьому тисячолітті. Зазвичай до них відносять тих, хто народився у період між 1981 і 1995 роками. Окрім міленіалів, існує ще покоління X, яке народилось між 1961 та 1981 роками; та Z — починається з 1995 року. Звісно, в такому поділі є похибка, так склалось історично. В радянській імперії у 1961 явно ніхто не знав про покоління X та так званіх «бебі-бумерів». Особливу увагу на ці 3 покоління звертають через технології — і саме з їх розвитком пов'язаний такий поділ: X — зародження технологій, Y — стрімкий розвиток, Z — повне входження технологій у повсякденне життя. Найбільшою цінністю для "міленіалів" – є контроль над власним життям, часом і роботою. Орієнтованість на практичні аспекти, інтерактив з використанням сучасних технологій, навчання методом "проб і помилок", залучення до навчального процесу ігрових елементів. Велике значення також має комунікація при роботі в групі та тісний контакт і "гарантована симпатія" викладачів – подібно до батьківської. Для них - все, що можливо, має бути доступним он-лайн, щоб студенти були вільні в виборі часу для навчання, навчальний контент (підручники та інші "методичні матеріали") мають бути чітко структурованими, "без води", та містити велику кількість схем і таблиць. Студенти-міленіали очікують від викладача "батьківського" інтересу, поваги до своєї думки та особистості, включно з доступністю в позааудиторний час. Систематичне надання тим, хто навчається, "зворотного зв'язку" є ключовим. Особливості міленіалів: любов до подорожей, харчові звички: пріоритет ресторанам та готовій їжі, міленіалів часто називають «найбільш самосвідомим» поколінням, телебачення для них відійшло на другий план; Facebook та Instagram, - є найпоширенішими, баланс між роботою та відпочинком, накопичувати гроші – нелегке завдання для міленіалів, найкращі міста для міленіалів- у спробах оцінити найкращі міста для міленіалів, аналітики звернули увагу на такі показники, як рівень зайнятості, кількість стартапів, туризм, доступність житла та продуктів, а також швидкість інтернет-зв'язку й нічне життя, робота як справа всього життя, боротьба за права. З урахуванням цього, сучасні педагогі з математики повинні «спиратися» (використовувати) природно-ресурсні можливості молоді. А це: мотивація-

інтерес; соціально- правове, політико – національне, фінансове, соціо-екологічне забезпечення; застосування high tech; on- line; комунікація-емпатійність; повага; гнучкість; фрилансерність; таргетологічність; ігрологічність; прогресивність; авторитетність; емпатійна командологічність; соціотиповість; дуальність; квадровість; оптимістичність; симпатія; девайсовість; практичність; емоційність; досвідченість; туристичність; самосвідомість; самонавчання; медіа-освідченість; збалансованість між роботою та відпочинком; self-бізнесовість; підприємливість; забезпеченість власним житлом; результативність; амбітність; правологія; статево-гендерність; результативність; цінності тощо. Перелічені природні задатки молоді обов'язково необхідно враховувати тим, хто хоче якісно викладати математику. Універсальних педагогів з математики не існує, навіть якщо залучити до їх консультації фахівців з тих 270 наук, що опікуються людинознавством і використати комп'ютерну експертно-аналітичну інформаційну систему з математики (створена в УАА), яка має можливість обробити більше ніж 4500 характеристик внутрішніх природно- генетичних можливостей Особи. Тому (і це головне) – починати роботу з підготовки «сучасного» педагогів з математики треба з вибору і підготовки тих, хто буде навчати математиці молодь. Тобто треба готувати високо-якісних професіоналів (суперфахівців з Людинології, high tech; on- line; комунікації-емпатійності тощо) з проблеми створення інноваційної креативної експертної педагогіки. В УАА досліджує та реалізує практично цю проблему, «підбираючи» відповідні творчо-якісні та креативно - епістемофільні (творчо-за мотивовані) Особистості до цієї роботи. Це також вмотивованість, фаховість і відповідне потенційно- ресурсне забезпечення тих, хто «готує» високо-якісних професіоналів педагогів-математиків.

Висновки та перспективи подальших досліджень у цьому напрямку. Зазвичай математична освіта в ТУ ХХІ століття базуються на концепції і принципах інноваційної науки акме- ювенологія (акме- міленіа-ювентологія). Якщо коротко, то особливості сучасної математичної освіти в ТУ повинні базуватися на наступних принципах: віковий (етасологічний); статево-гендерний; виховний; етносний; нейро- педагогічний; моральний; патріотичний; мотиваційний; компетентностний; емоційний; генетичний; статусний; гео- політичний; соціо- екологічний; санологічний; собріологічний тощо.

Література

1. Антонов В.М. Кібернетично-математичний праксіологічно- акмеологічний підхід до вивчення інформатики / В.М. Антонов // Научные труды SWorld. – Выпуск 3(44). Том 2. – Иваново: Научный мир, 2016 – С. 37 - 40.
2. Антонов В.М. Кібернетично-математична психо- акме генетична технологія / В.М. Антонов // Научные труды SWorld. – Выпуск 4 (41). Том 2.- Иваново: «Научный Мир», 2015. – С. 20 - 23.

УДК 517.9:004
АНАЛІЗ СВІТОВОГО ДОСВІДУ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ
STEM-ОСВІТИ

К.В. Власенко

Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: vlasenkokv@ukr.net
ORCID: [http:// orcid.org/ 0000-0002-8920-5680](http://orcid.org/0000-0002-8920-5680)
ResearcherID B-9698-2017

Проаналізовано світовий досвід впровадження технологій STEM-освіти на різних рівнях навчання. Розглянуто досягнення та проблеми впровадження STEM-освіти в таких країнах, як США, Велика Британія, Німеччина, Сінгапур.

The world experience in introducing STEM-education technologies at different levels of education has been analyzed. The achievements and problems of implementing STEM education in such countries as the USA, Great Britain, Germany, and Singapore are considered.

Впровадження технологій STEM-освіти стало основою підготовки фахівців для високотехнологічних галузей в країнах, які демонструють високі темпи розвитку, таких як США, Австралія, Великобританія, Німеччина, Китай, Ізраїль, Корея, Сінгапур. У країнах успішно впроваджують державні програми в галузі STEM-освіти.

У теперішній час у США працює близько 100 державних середніх шкіл, що впроваджують навчання STEM-дисциплін. Навчальні заклади створюють групи учнів зі спільним інтересом до STEM, які опановують поглиблений STEM-контент. Під час цього враховується, що молодь має можливість брати участь у дослідницькій діяльності й робити відкриття, студенти можуть спробувати свої сили на справжньому виробництві в сфері STEM, школярі опановують рольові моделі STEM-професій.

Ми дотримуємось думки американських учених Г. Гонзалес та Дж. Куензі [1], якими STEM-освіту визначено як таку, що охоплює технології викладання і навчання у галузі природничих наук, технологій, інженерії і математики. На думку науковців, STEM-освіта має об'єднувати освітню діяльність на всіх рівнях навчання – як у дошкільній освіті, так й на рівні здобуття докторського ступеню, як у формальній освіті, так і у неформальній.

За матеріалами звіту [1], підготовленим групою фахівців для членів Конгресу США, існує від 105 до 252 програм STEM-освіти або іншої подібної діяльності в 13-15 федеральних агентствах країни. Щорічні федеральні асигнування на STEM-освіту зазвичай складають від 2,8 млрд. до 3,4 млрд. доларів США. Усі опубліковані кадастри визначають, що ключовими установами у розвитку та впровадження технологій STEM є Міністерство освіти, Національний науковий фонд, Служба охорони

здоров'я та соціальні служби. Більше половини федерального фінансування STEM-освіти призначене для задоволення потреб вищих навчальних закладів і студентів, решта йде на програми на рівні 11-12 класу.

Але, не дивлячись на значні зусилля у напрямку реалізації STEM-навчання у США в країні, як і раніше, дуже низький відсоток молоді зацікавленої в опанування професій в сфері STEM. Спеціаліст з освітньої політики Дж. Куензі [1] відзначає, що 28 відсотків першокурсників середньої школи зацікавлені в отриманні STEM-освіти, але 57 відсотків цих студентів втрачуть інтерес до технічних спеціальностей до закінчення середньої школи. Більш того, занепокоєння уряду зосереджено також на якості підготовки викладачів, програм та стандартів. На рівні закладів вищої освіти залишається пріоритетним спрямування зусиль на залучення та утримання студентів у спеціальностях STEM.

Проблеми Сполучених Штатів не є унікальними. В Англії Королівська академія інженерів наголошує, що британцям доведеться щорічно до 2020 року готувати 100 тисяч різноманітних фахівців STEM, щоб задовольнити попит. Згідно із звітом Р. Морган, К. Кірбі та О. Стаменкович [3], серед молодих людей, які обирають інженерні спеціальності, дуже мало представлених жінки та молодь з груп етнічних меншин.

Британська Королівська академія зробила детальний аналіз та виявила більш ніж 600 установ, які мають підтримати інженерне навчання шляхом створення системи постійного підвищення кваліфікації викладачів, безпосередньої взаємодії із школярами та студентами, використання баз даних та веб-пошуку. На думку науковців, для забезпечення обізнаності молоді про кар'єру та можливості, що надає кар'єра у машинобудуванні, слід починати STEM-освіту молоді у віці 11-14 років.

Враховуючи недоліки інженерної підготовки фахівців, Міністерство освіти Великобританії серед ключових напрямків своєї роботи виокремлено підвищення престижності інженерної освіти серед молоді через покращення підтримки викладачів предметів STEM, більший розвиток STEM-освіти у початкових школах, покращення навчання та викладання в секторі професійної освіти, розширення доступу до освіти для недостатньо представлених в сфері STEM етнічних та гендерних груп, розвиток інноваційного навчання та підвищення методів залучення роботодавців до вищої освіти, координація заходів з розвитку STEM-освіти з метою скорочення дублювання.

Німецька система вищої освіти також багато уваги приділяє впровадженню STEM-освіти (в німецькій версії MINT), але, в основному, у вищій освітній ланці. За даними досліджень [2], у Німеччині бракує 210 тисяч працівників з дисциплін математики, інформатики, природознавства і техніки. Щоб подолати цю нестачу, німецькі компанії вкладають значні кошти у підготовку MINT-фахівців, отже інженерних кадрів. Особлива

увага приділяється розв'язанню проблеми гендерної нерівності у MINT-освіті, у 2014 році запущено програму Національний пакт для жінок у STEM-кар'єрі, яку підтримують понад 180 партнерів із різних сфер діяльності – політики, освіти, бізнесу, науки, медіа.

Школи з фокусом на STEM-освіту створюють загальнонаціональну мережу передового досвіду. Асоціація роботодавців, до якої входять 31 установа, вкладає кошти у розвиток талантів, фінансування освітніх програми для студентів та викладачів (навчання, призи, програми, дослідження). Асоціація також фінансує проведення таборів, тренінгів, конференцій, співпрацю з університетами та сумісні наукові дослідження, проведення експедицій, індивідуальних досліджень.

У Сінгапурі впровадження STEM-освіти розпочинається ще з дошкільної освіти. Для підтримки STEM-освіти Міністерством освіти при Сінгапурському науковому центрі було створено спеціальний підрозділ STEM inc. Досвідчені фахівці співпрацюють із викладачами для спільного розробки уроків STEM, забезпечують підготовку вчителів і спільне проведення уроків, націлених на розвиток інтересу молоді до STEM. За рекомендаціями фахівців центру, типовий урок-STEM має 4 складники:

1. Визначення реальної світової проблеми.
2. Формулювання та постановка питань для вивчення проблеми.
3. Пошук та вироблення рішень.
4. Вивчення досвіду практичної діяльності.

Програма, розроблена Міністерством освіти Сінгапуру, розрахована на 50 років. Серед проектів: побудова зелених будинків, створення водних шляхів, що з'єднують парки, проектування швидкісного залізничного зв'язку між Джуронг Іст і Куала-Лумпур. Таким чином, програма стимулює отримання молоддю знань і навичок у техніці, технології та дизайні.

Серед проблем Сінгапуру відзначається незацікавленість молоді будувати кар'єру на батьківщині. Вказується, що найбільш успішні випускники технічних університетів віддають перевагу роботі в Європі або Сполучених Штатах. Така ж проблема існує і в Австралії.

Не звертаючи увагу на певні складнощі, кожна з вищевказаних країн продовжує розвивати STEM-освіту. Це пояснюється тим, що сучасний світ потребує високотехнологічних виробництв, які знаходяться на стику з природничими науками та креативними індустріями, а впровадження STEM-освіти змінює економіку країни, робить її більш інноваційною та конкурентоспроможною.

Література

1. Gonzales H. B. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education : A Primer : CRS Report for Congress / H. B. Gonzales, J. J. Kuenzi. – 2012. – 38 p.
2. International MARCH Workshop Lithuania 24 – 25 March 2015. – 2015.
3. Morgan R. The UK STEM Education Landscape / Dr Rhys Morgan, Chris Kirby, Aleksandra Stamenkovic /. – Royal Academy of Engineering. – 2016.

УДК 372.881.1
РОЗВИТОК КРЕАТИВНОСТІ – СУЧАСНА ТЕНДЕНЦІЯ
ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

С.Д. Дімітрова-Бурлаєнко¹, Н.П. Гиря²

¹Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
Харків

e-mail: s.dimitrovaburlayenko@gmail.com

ORCID1: [http:// orcid.org/ 0000-0001-7930-9382](http://orcid.org/0000-0001-7930-9382), Researcher ID1: Q-6789-2016

²Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
Харків

e-mail: n82girya@gmail.com

ORCID2: [http:// orcid.org/ 0000-0002-7061-7546](http://orcid.org/0000-0002-7061-7546), Researcher ID2: Q-2393-2016

В роботі аналізується формування креативної компетентності майбутніх інженерів в процесі викладання математики. Визначаються педагогічні умови, що впливають на розвиток креативної компетентності, а саме: створення креативного освітнього середовища, стимулюючого творчу діяльність студентів; розвиток креативного потенціалу особистості шляхом включення студентів до різних форм навчальної, науково-дослідницької діяльності. Пропонуються методи та прийоми впровадження певних педагогічних умов у процес викладання вищої математики.

The formation of creative competence of future engineers in the process of teaching mathematics is analyzed. Creation of a creative educational environment that stimulates students' creative activity and development of creativity of the individual through the inclusion of students in various forms of scientific research are determined as pedagogical conditions that influence on the development of creative competence. The methods and techniques of introduction of certain pedagogical conditions in the process of teaching higher mathematics are offered.

У сучасний період розвитку суспільства метою вищої освіти стає формування творчо мислячих фахівців високого рівня, що вимагає створення нової моделі вищої школи, розвитку творчих здібностей студентів, співпраці викладачів і студентів у навчальному процесі. Суспільству потрібні випускники, які готові до включення в подальшу життєдіяльність, здатні практично вирішувати професійні проблеми, що постають перед ними. Багато в чому це залежить не тільки від отриманих знань, умінь та навичок, а й від додаткових якостей. Для позначення таких якостей і вживається поняття «компетентність», яке більш відповідає розумінню сучасних цілей освіти. Креативність стає тією якістю, яка забезпечує особистості можливість адаптуватися до мінливих умов життя і є запорукою успіху людини у професійній діяльності. Цілеспрямоване формування креативної компетентності майбутніх інженерів повинно здійснюватися у межах засвоєння комплексу дисциплін. Найбільші можливості в цьому аспекті, на наш погляд, надають фундаментальні дисципліни, основою яких є вища математика. Вища математика, як

навчальний предмет, має абстрактну мову, чітку систему вправ та прикладів для закріплення отриманих знань. Важко уявити собі галузь науки, яка могла б вирішити свої завдання без застосування знань математики та математичних методів розв'язання для дослідження поставлених завдань.

Проблема розвитку креативності особистості розглянута українськими (В. Клименко, Є. Лузік, О. Потебня, В. Роменець, Л. Шелестова) та зарубіжними (Г. Алдер, Д. Богоявленська, Дж. Гілфорд, В. Дружинін, О. Матюшкін, Я. Пономарьов, К. Роджерс, П. Торренс) педагогами та психологами. Аналіз підходів до визначення креативності свідчить, що деякі вчені розуміють її як специфічну здатність, обумовлену наявністю і поєднанням різних особистісних якостей (А. Матюшкін, Л. Митина, А. Смирнов); загальну здатність по перетворенню колишнього досвіду (В. Дружинін, Б. Ломов, А. Карпов, Я. Пономарьов); інтегральну якість особистості, що об'єднує когнітивну і особистісну сфери (Д. Богоявленська, В. Дружинін, В. Шадриков); специфічну форму психічної активності, складне і багатовимірне явище, що володіє власною структурою (Т. Баришева, П. Торренс). Також креативність ототожнюється з високим рівнем розвитку розумових (інтелектуальних) здібностей (О. Дьяченко, Ж. Піаже, О. Тихомиров, М. Холодна).

Для розмежування поняття креативності з терміном «творчість» доцільно користуватися двома характеристиками: суб'єктивно обумовлюючою для позначення креативності та процесуально-результативною для позначення творчості. Іншими словами, креативність відноситься до якості особистості, а творчість – до процесу, в якому проявляється креативність [2, с. 12].

Нами було проведено експериментальне дослідження з метою визначення педагогічних умов розвитку креативності студентів університету при вивченні дисципліни «Вища математика». Гіпотеза дослідження полягає в тому, що розвиток креативних здібностей майбутнього інженера залежить від орієнтації всього навчально-виховного процесу на створення креативного навчального середовища, що стимулює творчу діяльність студентів, та вмотивованості студентів до формування креативної компетентності. Традиційна система навчання не завжди здатна розвинути креативність особистості, оскільки вона заснована на запам'ятовуванні інформації та накопиченні фактів. Тому необхідно ввести в процес викладання математики спеціальні завдання, що сприятимуть розвитку творчого мислення та креативності. Правильна постановка математичної освіти, розвиваючи любов до самостійної творчої діяльності, заснованої на знанні, відіграє важливу роль у становленні логічного і креативного мислення.

Розвивати креативне мислення – це означає формувати й удосконалювати розумові операції: аналіз, синтез, порівняння та узагальнення, класифікацію, планування, абстрагування, і володіти такими

характеристиками мислення як критичність, глибина, гнучкість, широта, швидкість, варіативність, а також розвивати уяву і володіти знаннями різного змісту. Для студентів технічних спеціальностей саме наявність цих якостей дозволяє легше засвоювати дисципліни, а також є необхідною складовою майбутньої професійної діяльності. Рішення творчих завдань розвиває у студентів вміння швидко реагувати на мінливі умови і знаходити адекватні шляхи виходу з тих чи інших професійних або життєвих ситуацій.

Поряд з підбором спеціальних завдань, які дозволяють розвивати швидкість, гнучкість, оригінальність і точність мислення, викладач може застосувати низку перевірених загальних підходів до стимулювання і розвитку креативної компетентності студентів технічних університетів: 1) забезпечення сприятливої атмосфери; 2) збагачення освітнього середовища різноманітними новими об'єктами; 3) стимулювання пізнавальної активності студентів; 4) творчий характер взаємодії «викладач – студент», створення умов для наслідування творчої поведінки. Також викладачеві необхідно долучити до свого арсеналу спеціальні креативні технології. Креативні технології – це система способів, що сприяють розвитку творчої активності як усвідомленому, цілеспрямованому, керованому та ефективному процесу розумової діяльності в усіх сферах життя людини в контексті оперативних, тактичних і стратегічних цілей, з імовірним прогнозом креативного продукту [1, с. 146].

Всі ці креативні технології можна об'єднати в три великі групи: 1) методи психологічної активізації творчого мислення, що спрямовані на подолання психологічних бар'єрів, які перешкоджають творчому мисленню; 2) методи систематизованого пошуку ідей; 3) методи керованого пошуку ідей і розвитку творчої уяви. Всі ці прийоми мають чітку послідовність розумових операцій та алгоритмів, дотримання яких забезпечує подолання стереотипного підходу, дозволяє подолати інерцію мислення та отримати нові ідеї логічним шляхом.

Таким чином, у процесі викладання вищої математики майбутнім інженерам важливо пробудити в них бажання подальшого розвитку креативних можливостей, оскільки це сприяє формуванню необхідних професійних якостей, що будуть затребувані в їх подальшій професійній діяльності.

Література:

1. Кречетников К. Г. Проектирование креативной образовательной среды на основе информационных технологий в вузе. Монография / К.Г. Кречетников. – М. : Госкоорцентр, 2002. – 296 с.
2. Шарипов Ф. В. Профессиональная компетентность преподавателя вуза / Ф.В. Шарипов // Высш. образование сегодня. – 2010. – № 1. – С. 11 – 12.

УДК 371.3:51
ПРО МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ У ВИКЛАДАННІ ФІЗИКИ І
МАТЕМАТИКИ ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ ДО ЗНО

С.І. Діхтенко¹, С.О. Колесников²

¹ Андріївська ЗОШ І-ІІІ ст. Слов'янської районної ради Донецької області
e-mail: azoh1980@ukr.net

² Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: dgma.vm@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0914-8875>

У роботі наведено зразки фізичних задач, які автори рекомендують використовувати на заняттях з фізики та алгебри і початків аналізу 11 класу з метою активізації пізнавальної діяльності старшокласників для досягнення кожним учнем практичної компетентності та якісної підготовки до вступних випробувань ЗНО.

The paper presents examples of physical problems that the authors recommend to use in classes on physics and algebra and the beginnings of the 11th grade analysis in order to enhance the cognitive activity of high school students in order to achieve each student practical competence and qualitative preparation for entrance examinations.

Щоб мати можливість продовжити своє навчання у вищому навчальному закладі, сучасний учень повинен володіти певними знаннями й уміннями. В зв'язку з цим вчителями фізики та математики на заняттях застосовуються такі фізичні моделі, які необхідні для досягнення кожним учнем практичної компетентності. Приклади та методи використання фізичних задач на уроках алгебри і початків аналізу в старших класах можливо знайти в багатьох роботах методистів [1, 2].

В наш час підготовка учнів до вступних випробувань ЗНО ставить перед викладачами нові складні завдання. Одна з таких проблем - навчити не тільки формально будувати графік, а також проводити відповідний якісний аналіз. Розглянемо, наприклад, одне завдання ЗНО з фізики 2016 року, яке використовується як моделююче на уроках фізики та математики.

Тіло кинули вертикально вгору. Який із наведених графіків відображає залежність кінетичної енергії E_k тіла від часу t ? Опір повітря не враховується.

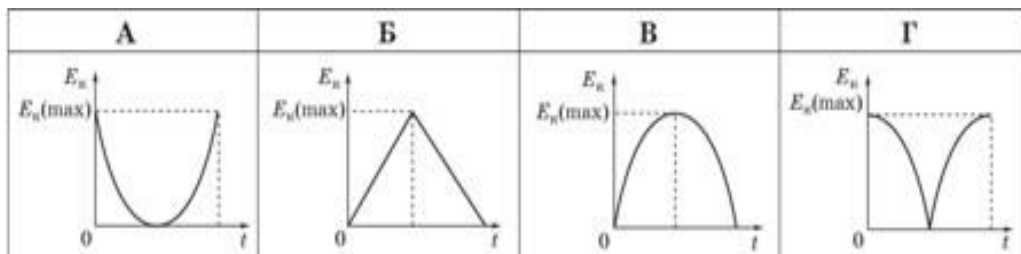


Рис. 1. Графіки залежності кінетичної енергії E_k тіла від часу t

Фізичний аналіз задачі говорить, що спочатку кінетична енергія була максимальна і тому дозволяє відкинути варіанти Б і В тому, що на цих

графіках енергія зростає від нуля. Далі потрібно підключити якісний математичний аналіз відповідних фізичних формул

$$E = \frac{mv^2}{2} \quad \text{та} \quad v = v_0 - gt,$$

щоб зробити правильний висновок про те, що графіком цього процесу буде парабола, яка зображена на графіку А.

Наступне завдання з фізики також викликає певні труднощі для багатьох учнів при його вирішенні.

На рис. 2 зображено замкнутий цикл, який здійснює ідеальний газ незмінної маси (p – тиск, V – об'єм). Цикл складається із процесів 1–2, 2–3, 3–4, 4–1 (ділянка 3–4 є частиною гіперболи). Укажіть назву (А–Д) кожного процесу (1–4).

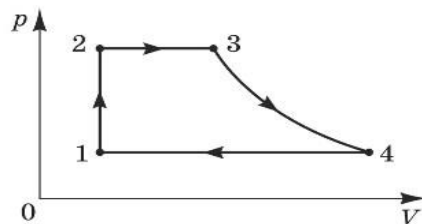


Рис.2. Замкнутий цикл, який здійснює ідеальний газ незмінної маси

Аналіз фізичних процесів, зображених ділянками 1–2, 2–3, 3–4, 4–1, вимагає знань і умінь не тільки основних властивостей ізопроесов, але і відмінного розуміння, які графіки відображають ці властивості. Наприклад, ізоермічний процес в системі координат P, V відображається графічно за допомогою гіперболи, на чому обов'язково акцентується увага учнів на заняттях з фізики та математики. В свою чергу на занятті з фізики викладач має можливість аргументовано довести, що ділянка 3–4 відповідає процесу ізоермічного стиснення. Розглянуті задачі є тільки частиною тих завдань, які використовуються в навчальному процесі, вони мають прикладний характер та сприяють повторенню і поглибленню матеріалу, який вивчається на уроках фізики та алгебри.

Враховуючи вимоги сьогодення і перспективи розвитку шкільної освіти, вивчення таких дисциплін як математика і фізика має вийти на якісно новий рівень. У зв'язку з цим, необхідним є пошук та впровадження в навчальний процес нових форм і методів навчання, до яких можна віднести аналітичний, геометричний, математичний аналіз фізичних процесів.

Література

1. Бевз Г.П. Методика викладання математики: Навч. посібник. — К.: Вища школа, 1989. — 367с.
2. Скафа Е.И. Эвристическое обучение математике: теория, методика, технология. Монография / Е.И.Скафа. — Донецк: Изд-во ДонНУ, 2004. — 439 с.
3. Колесников С.О. Про міжпредметні зв'язки у викладанні математики і фізики на додаткових заняттях / С.О. Колесников, С.І. Діхтенко // Зб. матеріалів міжн. наук.-метод. Інтернет-конф. «Проблеми математичної освіти: виклики сучасності (2018)» — Вінниця: ВНТУ, 2018.-С. 34-36.

УДК 378.147
ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ РОБОТИ ЗІ СТУДЕНТАМИ

І.В. Замрій¹, В.В. Шкапа², Г.М. Власик³

¹Державний університет телекомунікацій, Київ
e-mail: irinafraktal@gmail.com

²Державний університет телекомунікацій, Київ
e-mail: vshkapa@ukr.net

³Державний університет телекомунікацій, Київ
e-mail: annawlasik@gmail.com

У роботі розглядаються особливості виявлення та роботи з обдарованими студентами технічних спеціальностей в умовах скорочення аудиторної роботи за допомогою систем дистанційного навчання. Обґрунтовується актуальність проведення лабораторних робіт з вищої математики та використання систем комп'ютерної математики.

The paper deals with the peculiarities of detection and work with gifted students in technical specialties that are used when using systems distance learning. The urgency of conducting laboratory works on higher mathematics and use of systems of computer mathematics.

У Національній стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року зазначається, що інформатизація професійно-технічної освіти, формування та впровадження інформаційного освітнього середовища, розробка педагогічних програмних засобів, створення систем дистанційної освіти та забезпечення доступу до світових інформаційних ресурсів є важливою умовою її модернізації.

Стрімкий розвиток сприяє модернізації сучасної системи освіти.

Дистанційне навчання – це така форма організації навчального процесу та педагогічна технологія, основою якої є керована самостійна робота студентів та широке застосування у навчанні сучасних інформаційно-комунікаційних технологій. Свідомість при засвоєнні навчального матеріалу безпосередньо залежить від наявності стимуляції активного і свідомого процесу асиміляції знань. Для цього викладач повинен чітко сформулювати свої вимоги як під час роботи зі студентами в аудиторії, так і з самостійним використанням студентської платформи Moodle [1] (або ж Claronline, ATutor, SharePointLMS, Live@EDU, eFront, EDU-System, ANGEL, BlackBoard, Desire2Learn, ILIAS, WebCT, Lotus LearningSpace, Прометей) із залученням систем комп'ютерної математики таких, як Maxima, MathCAD, WolframAlpha, Mathematica, MicrosoftExcel. Останні дають змогу самостійно засвоїти незрозумілий або пропущений матеріал, перевірити рівень засвоєних знань, поглибити вже набуті знання,

спробувати виконати творчі завдання і завдання підвищеної складності, використовувати чисельні методи при розв'язуванні різноманітних прикладних задач вищої математики, а також візуалізувати результати математичного моделювання. Студент повинен чітко розуміти мету та завдання, які стосуються його при вивченні конкретної теми. Тому ми пропонуємо наступний підхід: наприкінці інформаційної сторінки лекції є кнопки для переходу, для яких користувач може перейти або до плану лекцій, або повинен відповідати на питання, щоб перейти до змісту. У випадку правильної відповіді існує можливість перейти до наступного номера плану лекції. В іншому випадку він змушений знову повернутися до попереднього пункту. Такий підхід дозволить студенту обробити теоретичний матеріал на належному рівні, і вчитель зможе стежити за тією частиною лекції, яку передавав кожен студент і його успіхи [5].

Практика показує, що більшість студентів використовують пораду вчителя у послідовності навчальних модулів, але сама здатність вибрати послідовність вивчення дисципліни дуже позитивно сприймається студентами, як можливість підкреслити їх індивідуальність та довіру вчителя до знань учня і здібності.

Під час аудиторних занять в більшості випадків викладач виділяє невелику кількість часу на вирішення професійних проблем професійної орієнтації. Зрештою, вони вимагають великої концептуальної основи, яка пов'язана з спеціальними дисциплінами, які вивчаються на старших курсах. Тому під час виконання навчальних завдань прикладні завдання, як правило, відкидаються. У середовищі навчання Moodle немає обмежень на час або кількість матеріалу. Тому доцільно доповнити кожен модуль прикладними завданнями з достатньою концептуальною основою та творчими завданнями, які студент зможе реалізувати, як аналітично, строго математично або ж використовуючи навички програмування, математичного моделювання. Також, як перевірено на практиці, доцільно використовувати лабораторні роботи з вищої математики [2-4], в основу яких покладено розв'язання математичних задач та задач прикладного характеру за допомогою прогресивних програмно-апаратних комплексів і програмного забезпечення (Maxima, MathCAD, WolframAlpha, Mathematica, MicrosoftExcel, різних графічних редакторів), оскільки студентам технічних спеціальностей, майбутнім фахівцям ІТ галузі важливим є вміння вирішувати будь-які математичні задачі за допомогою комп'ютера. Це дає змогу використовувати чисельні методи замість аналітичних при розв'язуванні різноманітних задач вищої математики, а також візуалізувати результати математичного моделювання.

Під час навчального процесу реалізуються різні заходи для перевірки знань та вмінь студентів та жаль, їх кількість недостатня для твердої асиміляції і безпосередньо чіткого виявлення обдарованих студентів. Середовище Moodle дозволяє вирішити це питання, особливо, в умовах,

коли невелика кількість аудиторних годин, а також заохотити студентів до накопичення балів, шляхом проходження тестових завдань. Такий підхід допоможе студенту постійно використовувати знання, отримані раніше, і, як наслідок, призведе до кращого запам'ятовування. Крім того, це допоможе викладачу зорієнтуватися, які теми є незрозумілими або навпаки цікавими і на основі цих результатів створювати нові завдання, навіть із залученням студентів. При чому зацікавлених і обдарованих студентів можна залучати до розв'язання нових (відсутніх в загальному переліку) прикладних задач та задач професійного спрямування за допомогою програмного забезпечення, до розробки нових та актуальних лабораторних робіт.

Використання технологій дистанційного навчання, зокрема навчального середовища Moodle та інших, підвищує ефективність самозайнятості, самоосвіти, забезпечує абсолютно нові можливості для творчого виявлення, пошуку та зміцнення різних професійних навичок, зокрема: удосконалення знань сучасних методів математичного моделювання в науці, техніці, промисловості і сільському господарстві, вміння моделювати, досліджувати та розробляти методи і алгоритми оптимізації різноманітних процесів, здійснювати аналіз взаємопов'язаних процесів різної природи, формулювати критерії обмежень та суттєвих факторів при розробленні моделей систем; розв'язувати задачі прогнозування процесів; розробляти алгоритми підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності, ризику та конфліктних операцій, що особливо доцільно та актуально для студентів технічних спеціальностей. У свою чергу викладачі зможуть реалізовувати абсолютно нові форми та методи навчання [6].

Література

1. Андреев А.В. Практика электронного обучения с использованием Moodle. Учеб. Пособие. / А.В. Андреев, С.В. Андреева, И.Б. Доценко. – Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2008. – 146 с.
2. Барабаш О.В. Лабораторний практикум з вищої математики. Ч. 1. Навчальний посібник. / О.В. Барабаш, В.В. Онищенко. – К.: ДУТ, 2015. - 111 с.
3. Барабаш О.В. Лабораторний практикум з вищої математики. Ч. 2. Навчальний посібник. / О.В. Барабаш, В.В. Онищенко. – К.: ДУТ, 2015. - 113 с.
4. Барабаш О.В. Лабораторний практикум з вищої математики. Ч. 3. Теорія функцій комплексної змінної. Навчальний посібник. / О.В. Барабаш, І.В. Замрій. – К.: ДУТ, 2018. – 170 с.
5. Каленіченко Л.І. Заочне та дистанційне навчання: порівняльний аналіз // Вісник Харківського національного університету внутрішніх справ. – 2009. – № 4 (47).
6. Коваль Т.І. Підготовка викладачів вищої школи: інформаційні технології у педагогічній діяльності: навч.-метод. посіб. / Т.І. Коваль, С.О. Сисоєва, Л.П. Сущенко–К.: Вид. центр КНЛУ, 2009. – 380 с.

УДК 378.51
РЕФЛЕКСИВНА ДІЯЛЬНІСТЬ СТУДЕНТІВ ВИЩИХ ТЕХНІЧНИХ
НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ
МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

І.М. Калініна

Державний вищий навчальний заклад «Приазовський державний технічний університет», Маріуполь
e-mail: reutovairina@ukr.net

В роботі розглядається поняття рефлексивної діяльності студентів при навчанні математичних дисциплін. На основі аналізу структури рефлексивної діяльності пропонується методика її формування шляхом створення рефлексивного середовища, що є сукупністю системи рефлексивних задач та спеціально організованого діалогу.

The concept of reflexive activity of students in the study of mathematical disciplines is considered in this work. On the basis of the analysis of the structure of reflexive activity, a method is proposed for its formation by creating a reflexive medium, which is a collection of a system of reflexive problems and a specially organized dialogue.

Перед сучасною освітою стоїть задача підготовки спеціаліста здатного до самостійного прийняття рішень та відповідальності за них, до аналізу виконаної роботи та її критичному переосмисленню. Формування та розвиток таких особистісних якостей студентів пов'язано з процесами саморегуляції, одним з проявів якої є рефлексивна діяльність.

Останнім часом питанню рефлексії присвячено чимало досліджень психологів та педагогів. Різні теоретичні та практичні аспекти рефлексивного навчання та створення рефлексивного середовища досліджували О.С. Анісімов, Л.А. Артюшина, М.В. Аніканов, І.Д. Бех, В.О. Біблер, О.М. Делеурова, А.З.Зак, В.В. Котенко, С.В. Кривих, В.О. Лекторський, Р.С. Немов, О.П.Огуцов, О.В. Петровський, Н.М. Пеньковська, О.О. Резван, О.Я. Савченко, С.Ю. Степанов, І.М. Семенов, А.О. Тюков, В.І. Шинкарук, Г.П. Щедровицький та ін. Під рефлексією науковці розуміють аналіз виконаної діяльності, спрямований на виявлення причин труднощів та корекцію на цій основі способів діяльності [1, с. 174]. А.О. Тюков у своєму дослідженні [4] описує процес розгортання рефлексії, та виділяє наступні етапи: зупинка (дорефлексивної діяльності), відсторонення та об'єктивація (аналіз діяльності з точки зору доцільності та раціональності), погляд назад (гіпотези щодо подальшої діяльності). Саме за рахунок рефлексії, за думкою П.Г. Щедровицького, формуються способи розв'язання задач або міркувань [5].

Впровадження технології рефлексивного навчання в процесі навчання математичних дисциплін потребує усвідомлення поняття «рефлексивної діяльності» студентів, її структури, особливостей, умов формування.

Під навчальною діяльністю в психології розуміють діяльність учнів (студентів) спрямовану на засвоєння теоретичних знань про предмет навчання та загальних способів розв'язання пов'язаних з ним задач. Таким чином, така діяльність спрямована на розвиток студентів та формування їх особистості. В.В. Давидов [2] виокремлює в структурі навчальної діяльності наступні компоненти: мотиви та навчальні задачі, навчальні дії, дії самоконтролю та оцінювання. Останні компоненти передбачають аналіз студентом своїх дій з точки зору доцільності, раціональності з точки зору вимог задачі, тобто здійснення рефлексії.

Під рефлексивною діяльністю ми розуміємо внутрішньо-мотивовану аналітичну діяльність, спрямовану на усвідомлення операційно-процесуальної та результативної складової навчальної діяльності студента з метою її корекції та удосконалення. Саме в процесі рефлексивної діяльності виокремлюються способи розв'язання задач та загальні способи дій, що забезпечує їм успішне здійснення навчальної діяльності. З іншого боку в педагогічній практиці під навчальною діяльністю розуміють будь-яку діяльність учня в процесі навчання. Тому рефлексивна діяльність з одного боку є різновидом навчальної діяльності, а з іншого боку є її передумовою. Для методичного розв'язання задачі формування рефлексивної діяльності студентів під час навчання математичних дисциплін передусім потрібно з'ясувати питання про її структуру. Г.Д. Тонких [3, с. 62] в своєму дисертаційному дослідженні надає структуру рефлексивної діяльності відповідно до етапів розгортання рефлексії: 1) постановка рефлексивної задачі; 2) діалогічність у навчанні; 3) формування рефлексивної позиції.

Методика формування рефлексивної діяльності обумовлена її структурою. Як бачимо формування рефлексивної діяльності потребує постановки рефлексивної задачі. Задача – це ситуація, що потребує від суб'єкта певних дій. Оскільки мова йде про рефлексивну задачу, то вона має спонукати студента до рефлексивних дій. Тобто під рефлексивною задачею ми розуміємо задачу, що змушує студента здійснювати рефлексивний вихід, аналізувати доцільність попередніх дій та конструювати нові для отримання нових знань та способів діяльності.

Діалогічність у навчанні передбачає діалог, який спонукає студентів до аналізу причин виникнення труднощів, попередніх дій, до самоконтролю та самооцінки. Спочатку цей діалог зовнішній – організований викладачем. В ході цього діалогу викладач пропонує порівняти задачу з тими, що вже розв'язувались, з'ясувати схожість та відмінність. Зрозуміло, що не будь-який діалог буде рефлексивним, він має бути спрямованим на оцінку ситуації, що склалася. Під час цього діалогу мають перевірятися гіпотези щодо подальшого способу дій. З часом такий діалог має перейти у

внутрішній план. Результатом цього діалогу має стати виявлення рефлексивної позиції студентів у вигляді активного включення в процес рефлексії. Систему рефлексивних задач у сукупності з таким діалогом ми розглядаємо як рефлексивне середовище під час навчання математичних дисциплін. Наведемо приклад створення рефлексивного середовища під час вивчення теми «Лінійні оператори та їх матриці, найпростіші властивості» в рамках курсу «Алгебра та геометрія». Студенти розв'язали задачу : « $\varphi: R^2 \rightarrow R^2$ – лінійний оператор, $\varphi(a) = \{1; 3\}$, $\varphi(b) = \{0; 1\}$. Знайдіть $\varphi(2a - b)$ ». Після цього їм пропонується наступна задача: «Нехай $\varphi: R^2 \rightarrow R^2$ – лінійний оператор і $\varphi(a_1) = f_1$, $\varphi(a_2) = f_2$, $a_1(1;1)$, $a_2(-1;2)$, $f_1(-2;2)$, $f_2(4;1)$. В які вектори цей оператор переводить вектори $e_1(1;0)$ та $e_2(0;1)$ ». Задача відрізняється від попередньої та викликає труднощі у студентів. Виникає ситуація, яка потребує рефлексивного виходу. В ході діалогу з'ясовуємо чим відрізняється задача від попередньої (в попередній задачі потрібно було знайти образ лінійної комбінації векторів, тому можна було скористатись властивістю адитивності та однорідності лінійного оператора), чи не можна звести задачу до попередньої (можна, розклавши вектори e_1, e_2 за векторами a_1, a_2), наскільки громіздке розв'язання отримаємо (маємо дві лінійні системи рівнянь) та чи можна спростити розв'язання. В процесі діалогу приходимо до висновку, що раціональніше було б розкласти вектори a_1, a_2 за векторами e_1, e_2 та скористатись властивостями адитивності та однорідності лінійного оператора. У такому випадку задача зводиться до розв'язання лише однієї системи лінійних рівнянь. В результаті такого діалогу студенти здійснюють мікродослідження свого просування в розв'язанні задачі, усвідомлюють свої труднощі, аналізують їх причини.

Таким чином, створення рефлексивного середовища під час навчання математичних дисциплін є запорукою формування рефлексивної діяльності студентів, сформованість якої сприятиме розвитку у них особистісно-значущих та професійних якостей.

Література

1. Анисимов О.С. Методологическая культура педагогической деятельности и мышления. / О.С. Анисимов. - М.: Экономика, 1991.- 416 с.
2. Давыдов В.В. О понятии развивающего обучения / В.В. Давыдов// Педагогика. – 1995. - №1.- С.29-40.
3. Тонких Г.Д. Формирование планиметрических понятий у учащихся посредством организации их рефлексивной деятельности в условиях уровневой дифференциации: Дис. ... канд. пед. наук. Омск, 2000. 166с.
4. Тюков А.А. О путях описания психологических механизмов рефлексии / А.А. Тюков // Проблемы рефлексии. – Новосибирск, 1987. – С.68-75.
5. Щедровицкий П.Г. Идея рефлексии, изложенная в самых общих чертах / Г.П. Щедровицкий // Модели рефлексии. – Новосибирск, 1995. – С. 21-37.

УДК 378.14
СТВОРЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ СИТУАЦІЙ ПРИ ВИКЛАДАННІ
ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ, ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ
ПІЗНАВАЛЬНОЇ САМОСТІЙНОСТІ СТУДЕНТІВ

Л.М. Карпенко

ВСПНАУ Слов'янський коледж Національного авіаційного університету,
Слов'янськ
e-mail: larisa.karpenko97@gmail.com

У статті дається поняття проблемної ситуації, наводяться етапи створення та вирішення проблемних ситуацій на заняттях. Розглядаються приклади створення проблемних ситуацій при викладанні вищої математики в коледжі.

The article gives the concept of a problem situation, stages of creating and solving problem situations in classes. Examples of creating problem situations in teaching higher mathematics in college are considered.

Актуальність. Основне завдання сучасної системи освіти – виховання активно мислячої особистості. У зв'язку з цим роль сучасного викладача не в тому, щоб ясніше, зрозуміліше, ніж у підручнику, повідомити студенту інформацію, а в тому, щоб навчити його самостійно знаходити і розв'язувати проблеми, організувати пізнавальну діяльність, у якій головним суб'єктом у системі «викладач-студент» стає саме студент. Наряду з цим перед викладачем постає ряд проблем методичного характеру: як зробити знання, вміння та навички студентів глибокими? Як забезпечити рівень розуміння в навчанні? Як наблизити процес навчання до природного процесу пізнання?

В певній мірі дану проблему вирішує проблемне навчання. Суть проблемного навчання зводиться до створення такої ситуації, яка змушує студента, спираючись на отримані знання, самостійно шукати рішення.

Мета дослідження – розглянути принцип створення проблемних ситуацій на заняттях з вищої математики та методику їх реалізації у навчальному процесі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Проблемна ситуація – це інтелектуальне ускладнення, що виникає у студента коли йому складно пояснити якесь явище, факт, процес, неможливо досягнути мети відомими способами. Це ускладнення або завдання, дозволяє сформулювати проблему. Побачити проблему — це означає усвідомити те питання, яке впливає з поєднання несумісних, на перший погляд, інформацій. Наступним етапом є висунення гіпотез щодо шляхів розв'язання сформульованої проблеми. [4] Гіпотеза — це своєрідна стратегія вирішення проблеми, її створення можливе тільки тоді, коли студенти дуже глибоко вникнути у суть самої проблеми, усвідомлять її глибину. Наступний етап перевірка

висунутих гіпотез. Вона відбувається з допомогою викладача. Викладач разом із студентами відбирає ту гіпотезу, яка доведена без жодної наукової помилки, їх може бути декілька. Але якщо вони правильно доведені, то повинні привести до однакового результату.[3]

Далі відбувається повернення до проблемної ситуації. Етап, на якому знову повертаємося до проблемної ситуації і з погляду отриманих знань з'ясовуємо, а чому, власне, виникла ця ситуація, і даємо їй пояснення.

Наведемо деякі приклади створення проблемних ситуацій в курсах вищої математики.

Перша ситуація пов'язана з відкиданням з теореми тих чи інших суттєвих умов. Так, наприклад, перед вивченням теореми складання ймовірностей двох сумісних подій можна запропонувати студентам розв'язати, таку задачу: Два електричні пристрої послідовно ввімкнені в ланцюг. Ймовірність того, що пристрої перегорять, якщо напруга мережі перевищить номінальну, дорівнюють 0,8 і 0,7. Знайти ймовірність того, що при підвищенні напруги струму у ланцюгу не буде. [1]

Студенти, як правило, міркують так: струму у ланцюгу не буде, якщо перегорить чи перший, чи другий пристрій, отже, за теоремою складання ймовірностей, шукана ймовірність дорівнює

$$p = 0,7 + 0,8 = 1,5 > 1$$

Далі висувуються гіпотези в чому виникла помилка. Після цього викладач підсумовує: струму у ланцюгу не буде, якщо перегорить хоч би один пристрій, отже

$$p = 1 - q_1 q_2 = 1 - 0,2 \cdot 0,3 = 0,94$$

Проблемна ситуація виникає через те, що до вивчення теореми складання ймовірностей сумісних подій студенти, як правило, пам'ятають теорему складання несумісних подій.

Ще один приклад створення проблемної ситуації на становлення зв'язку між відомим і новим матеріалом.

Так, при введенні поняття первісної і вивченні її основних властивостей студентам пропонується знайти похідні таких функцій:

$$a) y = \frac{x^4}{4}, \quad б) y = \frac{x^4}{4} + 3, \quad в) y = \frac{x^4}{4} - 8$$

В результаті виконання цього завдання виявляється, що для всіх випадків $y' = x^3$.

Далі ставиться проблема:

- 1) Скільки існує функцій, для яких $y' = x^3$.
- 2) Як зручніше записати відповідь?

Після з'ясування цих питань вирішується проблема: якщо $F(x)$ - первісна для функції $f(x)$ на деякому проміжку, то чи завжди $F(x) + C$ також первісна для $f(x)$ на тому ж проміжку? Така постановка проблеми

допомагає пов'язати диференціювання з новою операцією – інтегруванням.[2]

В наступному прикладі студентам пропонується знайти інтегральну функцію розподілу $F(x)$, якщо дана диференціальна функція

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{де } x \leq 0 \\ x^2 & \text{де } 0 < x \leq 1 \\ 0 & \text{де } x > 1 \end{cases}$$

Розрахунки показують, що при $x > 1$ $F(x) = \frac{1}{3}$, тоді як за властивостями $F(x)$ повинно бути $F(x) = 1$.

Після аналізу такого прикладу студенти з'ясовують, що $f(x)$ не може бути довільною, а саме: повинні виконуватися всі її властивості. Так що не існує неперервної випадкової величини з такою диференціальною функцією.

Висновки. Головна задача проблемного навчання - пошукова, дослідна діяльність студентів. При цьому викладач спрямовує студента на правильне розв'язування, відкидає помилкові шляхи, підтримує інтерес студента до проблеми. В даній роботі наведені деякі приклади створення і реалізації проблемних ситуацій на заняттях з вищої математики, які можна використовувати при викладанні математичних і технічних дисциплін в ВНЗ. В подальшому планується продовження роботи по створенню проблемних ситуацій на заняттях з вищої математики.

Література:

1. Денисюк В.П. Вища математика: підручник : у 2 ч. / В.П. Денисюк, В.К. Репета. — Ч.4. — К. : НАУ, 2013. — 472с.
2. Слєпкань З. І. Методика навчання математики: Підручник для студ. мат. спеціальностей пед. навч. закладів / З. І. Слєпкань. — К.: Зодіак–ЕКО, 2000.— 512 с.
3. Фурман О. А. Методи, прийоми та організаційні форми активного навчання / О. А. Фурман // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб.наук, праць / Редкол. — К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова. — Випуск 4(11). —2006. — С.103–108.
4. Чепіль М.М. Педагогічні технології : [навч. посіб.] / М.М. Чепіль, Н.З.Дудник. — К.: Академвидав, 2012. — 224 с.

УДК 372.851:378.147
ПРО ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ СТУДЕНТАМ
ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ НАУ

О.В. Карупу

Національний авіаційний університет, Київ
e-mail: karupu@ukr.net

Розглянуто проблеми викладання математичного аналізу іноземним та українським студентам, що навчаються за технічними спеціальностями в Національному авіаційному університеті. Досліджено специфічні особливості роботи викладача, які виникають при викладанні окремих питань математичного аналізу студентам, що навчаються в україномовних і англійськомовних групах.

The problems of teaching mathematical analysis to foreign and Ukrainian students studying on the technical specialties in National Aviation University are analyzed. The specific features of teachers work arising while teaching some issues of mathematical analysis to students studying in English-speaking and Ukrainian-speaking academic groups are considered.

Постановка проблеми. Національний авіаційний університет (НАУ) є авторитетним міжнародним центром підготовки спеціалістів для авіаційної та інших галузей. Більшість студентів НАУ навчаються за технічними спеціальностями, що передбачає досить значну підготовку з математики. Тому навчальні плани цих спеціальностей містять у різному обсязі математичні дисципліни. Перед викладачами постає проблема методичного забезпечення викладання цих дисциплін. Особливо гострою ця проблема є для викладання їх англійською мовою в групах, в яких навчаються як українські, так і іноземні студенти.

Студенти в НАУ можуть навчатися як українською, так і англійською мовою в рамках програми „Вища освіта іноземними мовами”, що діє в Національному авіаційному університеті для деяких спеціальностей з 1999 року. Більшість іноземних студентів обирає навчання англійською, оскільки ця мова є однією з офіційних мов ІКАО (Міжнародна організація цивільної авіації).

Аналіз останніх актуальних досліджень та публікацій. Різні методичні аспекти викладання математичних дисциплін, зокрема і математичного аналізу, студентам технічних спеціальностей досліджувалися багатьма авторами. Проте всі проблеми викладання цієї дисципліни мають свою специфіку при роботі з групами, в яких значну частину складають іноземні студенти. Свої особливості має також викладання математичного аналізу англійською мовою.

Починаючи з 2007 року на кафедрі вищої та обчислювальної математики НАУ проводилися дослідження з методики викладання

англійською мовою математичних дисциплін іноземним та українським студентам в рамках в рамках програми „Вища освіта іноземними мовами”. Зокрема, особливості викладання англійською мовою дисципліни “Математичний аналіз” і відповідних модулів дисципліни “Вища математика” розглядалися в [1–4].

Мета статті. Метою даної роботи є аналіз специфіки викладання окремих питань математичного аналізу в складі однойменної дисципліни та в складі курсу вищої математики студентам технічних спеціальностей, які навчаються в україномовних та англійськомовних академічних групах НАУ.

Викладення основного матеріалу дослідження. Для студентів більшості спеціальностей викладається традиційний синтетичний курс вищої математики. За навчальними програмами усіх технічних спеціальностей передбачено вивчення базових розділів математичного аналізу, а саме диференціального та інтегрального числення функцій однієї та кількох змінних, диференціальних рівнянь та рядів.

Викладачами кафедри вищої та обчислювальної математики було створено низку навчально-методичних посібників, що охоплюють більшість розділів курсу вищої математики, зокрема основних розділів математичного аналізу. Посібник [5] призначено для роботи в україномовних, а посібники [6–8] – для роботи в англійськомовних групах.

Існує досить велика кількість різноманітних проблем, пов’язаних з викладанням та засвоєнням іноземними студентами теоретичних та прикладних аспектів диференціального та інтегрального числення, оскільки ці розділи є достатньо складними для сприйняття, особливо в технічних вузах. Проблеми з розв’язуванням прикладних задач технічного змісту виникають у багатьох іноземних студентів, оскільки при навчанні в середній школі основна увага приділялась, як правило, застосуванню похідних та інтегралів до розв’язування економічних задач. Слід зауважити, що при навчанні і іноземних, і українських студентів розв’язуванню задач дуже ефективною є детальна алгоритмізація процесу розпізнавання типів задач і відповідних математичних об’єктів.

Значна частина студентів НАУ, які навчаються за технічними спеціальностями, для вивчення спеціальних дисциплін потребують досить хорошого володіння методами операційного числення. Тому для студентів цих спеціальностей традиційно до курсу вищої математики включаються основні розділи комплексного аналізу і операційне числення. При роботі з цими студентами основну увагу слід приділяти освоєнню техніки обчислення інтегральних лишків і алгоритмам знаходження зображень та оригіналів перетворення Лапласа. Також необхідно надавати алгоритми застосування перетворення Лапласа до розв’язування лінійних диференціальних рівнянь, систем лінійних диференціальних рівнянь і найпростіших інтегральних рівнянь. Важливим для студентів є також освоєння інтеграла Дюамеля та інтеграла накладення. Бажано також

надавати опорні матеріали по основним теоремам операційного числення і рекомендації по використанню систем комп'ютерної математики при розв'язуванні відповідних задач. Якщо дозволяє час, то бажано дати хоча б поняття про перетворення Лорана та його застосування. Навчальні посібники [8, 9] призначено для україномовних студентів, а навчальні посібники [10, 11] призначено для англомовних студентів.

Висновки. Проведено аналіз практики викладання окремих питань математичного аналізу в складі однойменної дисципліни та в складі курсу вищої математики студентам технічних спеціальностей НАУ. Розглянуто особливості роботи викладача в україномовних та англомовних академічних групах.

Література

1. Карупу О. В. Про деякі особливості викладання математичних дисциплін англомовним студентам / О. В. Карупу, Т.А. Олешко, В.В. Пахненко // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – 2011. – Вип. 83. – С. 76–79.
2. Карупу О. В. Аналіз практики викладання вищої математики українським та іноземним студентам в Національному авіаційному університеті / О. В. Карупу, Т.А. Олешко, В.В. Пахненко // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – 2013. – Is. 5. – P. 88–92.
3. Карупу О. В. Про деякі методичні аспекти викладання математичного аналізу в Національному авіаційному університеті / О. В. Карупу, Т. А. Олешко, В. В. Пахненко // Science and Education a New Dimension: Pedagogy and Psychology. – 2015. – V. III (20), Issue 40. – P. 36–39.
4. Карупу О. В. Про деякі особливості викладання математичного аналізу англомовним студентам НАУ / О. В. Карупу, Т.А. Олешко, В.В. Пахненко // Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки. – 2015. – № 20 (353) – С. 26–31.
5. Денисюк В.П. Вища математика. Модульна технологія навчання: Навчальний посібник: У 4 ч. / В. П. Денисюк, В. К. Репета. – 3-є вид. – К. : НАУ, 2007.
6. Denisiuk V. P. Higher mathematics. Part 1: Manual / V. P. Denisiuk, Grishina L.I., Karupu O. W., Oleshko T.A., Pakhnenko V.V., Repeta V.K. – Kyiv: NAU, 2006. – 268 p.
7. Denisiuk V. P. Higher mathematics. Part 2: Manual / V.P. Denisiuk, V.G. Demydko., V.K. Repeta.– Kyiv: NAU, 2009. – 248 p.
8. Denisiuk V. P. Mathematical analysis: Manual / V. P. Denisiuk, V. G. Demydko., O. V. Karupu, T. A. Oleshko, V. V. Pakhnenko, V. K. Repeta. – Kyiv: NAU, 2013. – 396 p.
9. Бороденко Н. Д. Спеціальні глави математики: інтегральні і дискретні перетворення та їх застосування з використанням комп'ютерних технологій: Навчальний посібник / Н. Д. Бороденко, А. С. Горюнов, О. В. Карупу, Н. М. Шибицька. – Київ: НАУ, 2013. – 240 с.
10. Karupu O.W. Elements of theory of functions of complex variable. Lectures / O.W. Karupu. – Kyiv: NAU. – 2002. – 68 p.
11. Karupu O.W. Operational calculus. Lectures / O.W. Karupu. – Kyiv: NAU. – 2003.–52 p.

УДК 519.86:378.147
**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ДЕКОМПОЗИЦІЇ ПРИ ПОСТАНОВЦІ
НАВЧАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ НА ПОБУДОВУ ЛІНІЙНОЇ РЕГРЕСІЇ**

С.О. Колесников

Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ

e-mail: dgma.vm@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0914-8875>

У роботі пропонується використання методу декомпозиції при постановці навчального завдання на побудову і аналіз лінійної регресії при вивченні одного з розділів дисципліни «економетрика». Автор обґрунтовує необхідність використовувати декомпозицію навчальних завдань для активації навчально-пізнавальної діяльності майбутніх спеціалістів.

The robot has to follow the method of decomposition when it comes to the final decision on the analysis and analysis of the current registration at one point of one of the “economic metric” disciplines. Author obgruntovue neobhidnist vikorisovuvati decomposition of the schoolhouse zavan for activism if the beginning of the year, in the beginning of the year, of the specialties of future specialists.

Удосконалення процесів навчання у вищій школі завжди має в якості одного із головних завдань – активізацію навчально-пізнавальної роботи майбутнього фахівця та стимулювання розкриття його можливостей з допомогою різних методів і прийомів. Використання в навчальному процесі різних методів, які можна знайти наприклад в роботах [1], [2] у тому числі технологій дистанційного навчання змушує по-новому формулювати постановки багатьох відомих завдань [3]. Один з таких способів називається метод декомпозиції, який дозволяє розглядати будь-які досліджувані системи, як складні, що складаються з окремих, пов'язаних між собою простих підсистем. Аналіз багатьох посібників з дисципліни «економіко-математичне моделювання» показує, що основна частина складних навчальних завдань має досить коротке формулювання. При цьому не враховується той факт, що студенту доведеться самому шукати непростий алгоритм знаходження рішення багатоетапної задачі. В роботі пропонується провести декомпозицію умови одного багатоетапного по виконанню завдання.

Розглянемо реалізацію методу декомпозиції на прикладі типового завдання на побудову лінійної регресії. Коротке формулювання такого завдання як правило має наступний вигляд: відомі значення двох ознак у вигляді таблиці

| | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|
| x | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| y | 7 | 7 | 7 | 5 | 5 | 4 | 2 |

Потрібно для характеристики залежності y від x розрахувати основні параметри та оцінити модель через помилку апроксимації A і F -критерій.

Пропонується розбиття завдання на наступну поетапну послідовність дій.

1. Побудувати кореляційне поле, проаналізувати його та дослідити лінійне рівняння парної регресії y на x : $\hat{y}_x = a + bx$.

2. Знайти середні значення вибірки

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i; \quad \overline{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i; \quad \overline{x^2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2.$$

Обчислити параметри лінійної регресії

$$b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2}, \quad a = \bar{y} - b\bar{x}.$$

3. Розрахувати вибіркові значення дисперсій: $\sigma_x^2 = \overline{x^2} - (\bar{x})^2$, $\sigma_y^2 = \overline{y^2} - (\bar{y})^2$ та лінійний коефіцієнт парної кореляції $r_{xy} = b \cdot \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$. Оцінити

значення коефіцієнта парної кореляції за шкалою Чеддока.

4. Проаналізувати середню помилку апроксимації за формулою

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100\%$$

Зробити висновок про можливість застосування лінійної регресії. Рівняння регресії вважається задовільним, якщо значення \bar{A} не перевищує 8% – 10%.

5. Знайти коефіцієнт детермінації R^2 та порівняти його зі значенням r_{xy}^2 .

6. Побудувати на одному кресленні кореляційне поле і лінію регресії.

7. Оцінити модель через F-критерій.

Виконання сьомого пункту також можна піддати процедурі декомпозиції і розбити на кілька етапів.

Враховуючи вимоги сьогодення і перспективи розвитку вищої освіти, навчання студентів економічних спеціальностей має вийти на якісно новий рівень. В зв'язку з цим необхідним є пошук та впровадження в навчальний процес нових форм і методів навчання, до яких можна віднести метод декомпозиції навчального завдання.

Література

1. Бевз Г.П. Методика викладання математики: Навч. посібник. — К.: Вища школа, 1989. — 367с.

2. Власенко К.В. Теоретичні й методичні аспекти навчання вищої математики з використанням інформаційних технологій в інженерній машинобудівній школі: Монографія / К. В. Власенко ; – Донецьк : «Ноулідж» (донецьке відділення), 2011. – 410 с.

3. Колесников С.О. Удосконалення постановки навчальних завдань методом декомпозиції при вивченні дисципліни «Економіко-математичне моделювання» / С.О. Колесников, І.В. Левандовська // Зб. наук. праць за матеріалами дистанц. Всеукр. наук. конф. «Математика у технічному університеті XXI сторіччя»– Краматорськ: ДДМА, 2017. – С. 119-120.

УДК 372.51

**ВИКОРИСТАННЯ ВІДЕО-ЛЕКЦІЙ З МЕТОЮ
КОРИГУВАННЯ ВХІДНИХ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ
СТУДЕНТІВ З МАТЕМАТИКИ**

О.М. Кондратьєва

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси
e-mail: kav@uch.net

Однією з вагомих причин, що унеможливує успішне засвоєння курсу вищої математики студентами технічних спеціальностей, є недостатній рівень шкільної математичної підготовки. У статті запропоновано один із способів коригування вхідних математичних знань та умінь першокурсників, в основі якого лежить набір відео-лекцій, що опрацьовуються студентами самостійно. Тематика та змістове наповнення лекцій методично обґрунтовані, здійснено їх попередню апробацію.

One of the important reasons that prevents the successful studying of high mathematics by the students of technical specialties is the insufficient level of school mathematical preparation. The article proposes one of the way of correction of the incoming mathematical knowledge and skills of the first-year students, based on a set of video-lectures, which are developed by students themselves. The topics and content of the lectures are methodically substantiated, their preliminary testing was carried out.

Багато дослідників у сфері навчання вищої математики в технічних ВЗО схиляються до думки, що однією з основних причин неможливості засвоєння студентами даної дисципліни на достатньому рівні є брак математичних знань та умінь з шкільного курсу. Як показує практика деяких ВЗО України, достатньо ефективними в цьому сенсі є додаткові аудиторні заняття з шкільного курсу математики, які проводять викладачі протягом першого семестру. Але в більшості випадків немає можливості виділити аудиторні години для подібних цілей. Тривалий час ми проводили коригування вхідних знань та умінь студентів, пропонуючи виконання певного набору завдань з шкільного курсу математики. При цьому призначалася дата здачі цих завдань і консультації, на яких студенти могли скористатися допомогою викладача. Але, як правило, студенти з низьким рівнем вхідних математичних знань та умінь мають досить слабку мотивацію щодо навчання, не мають навичок ефективної організації свого навчального процесу. При цьому досить незначна кількість студентів здавала роботу вчасно, не зважаючи на те, що бали за виконання цих завдань включалися в загальний рейтинг студента за перший семестр.

Різноманітним аспектам навчання вищої математики в технічних ВЗО присвячено роботи багатьох вітчизняних вчених (К.В. Власенко, В.І. Ключко, Т.В. Крилова, Л.І. Нічуговська, З.І. Слєпкань, Ю.В. Триуса та ін.). Проте недостатньо уваги, на нашу думку, присвячено саме проблемі

усунення прогалин у знаннях та уміннях студентів-першокурсників з шкільного курсу математики.

Нами було проведено анкетування близько 100 студентів різних технічних спеціальностей Черкаського державного технологічного університету з метою визначення шляхів подолання недоліків, пов'язаних з недостатнім рівнем навчальних досягнень студентів з шкільного курсу математики. 90% опитуваних висловили бажання працювати з відео-лекціями. За результатами цього анкетування також були визначені: загальна кількість таких відео-лекцій (не більше 10); тривалість відео-лекції (більшість висловлювала думку про те, що тривалість кожної такої лекції не повинна перевищувати однієї години); час на опрацювання всього переліку відео-лекцій і виконання відповідного набору практичних завдань (близько 8-9 перших тижнів семестру, саме в цей час зазвичай проходить міжсесійний рейтинговий контроль навчальної успішності студентів).

Отже, метою дослідження є створення методичного комплексу щодо коригування вхідних знань та умінь студентів з математики на основі відео-лекцій.

На підставі аналізу змістового наповнення курсу вищої математики з одного боку, та найбільш поширених недоліків у знаннях та уміннях студентів з шкільного курсу математики з іншого, було встановлено наступну тематику відео-лекцій.

1. Арифметичні дії з дійсними числами. Модуль дійсного числа. Правило пропорції.
2. Дії зі степенями.
3. Спрощення алгебраїчних виразів.
4. Розв'язування рівнянь (лінійних, квадратних, деяких рівнянь більш високих порядків).
5. Розв'язування нерівностей (методом інтервалів).
6. Розв'язування систем рівнянь.
7. Основні елементарні функції, графіки, властивості.
8. Основні формули тригонометрії. Найпростіші тригонометричні рівняння та нерівності.
9. Логарифмічні функції. Розв'язування найпростіших логарифмічних рівнянь та нерівностей.

Методичний комплекс для кожної відео-лекції містить такі блоки.

1-й блок. Перелік практичних завдань для самостійного розв'язання студентами. На кожне завдання є відповідь для самоперевірки а також кількість балів, яка надається за правильне виконання кожного завдання. В такий спосіб студент зможе виставити собі відповідну кількість балів за роботу з даним блоком. В залежності від того, яку кількість балів отримано, студент визначає свої подальші дії.

Наприклад, студенту було запропоновано 10 завдань. За кожне правильно виконане завдання він міг отримати 1 бал. Слід зауважити, що

завдання першого блоку мають бути досить прості, алгоритмічні (такі, що відповідають репродуктивному рівню), їх виконання не повинне займати багато часу. Якщо студент отримав 8 балів і вище, то він може пропустити опрацювання тієї порції навчального матеріалу, що відповідає даній лекції. Якщо студент отримав від 5-ти до 7-ми балів, то він може одразу перейти до засвоєння другої частини лекції. Якщо студент отримав від 0 до 4-х балів, йому рекомендовано опрацювання матеріалу лекції в повному обсязі.

2-й блок. Відеозапис лекції. Варто відмітити деякі вимоги щодо створення таких відео-лекцій: навчальний матеріал викладається в строгій послідовності, від простого до складного; викладач задає питання віртуальному студенту, спонукаючи його відповідати по той бік екрану; навчальний матеріал ілюструється рисунками, графіками, різноманітними схемами, таблицями, що, як показує практика, значно підвищує рівень усвідомлення навчального матеріалу, сприяє довготривалому запам'ятовуванню. Характерною рисою розроблених лекцій є представлення викладеного навчального матеріалу у вигляді концепт-карти, що сприяє його узагальненню і систематизації.

3-й блок. Електронний конспект лекції. Цей конспект має вигляд опорного. В ньому наведено основні означення понять, факти, твердження. При цьому розв'язування практичних завдань відсутнє. Розв'язування завдань студенти можуть здійснити під час перегляду лекції разом з викладачем.

4-й блок. Блок практичних завдань з зазначеної тематики, виконання яких сприятиме формуванню необхідних практичних навичок та умінь. Розв'язання всіх завдань здійснюється викладачем також і записане на відео. Після запису умови завдання і попереднього аналізу, студентам пропонується поставити відео на паузу, виконати розв'язання самостійно, а потім звірити відповідь. Якщо ж відповідь, що отримав студент, є неправильною, то він матиме змогу продивитися цілком розв'язання завдання, виконане викладачем.

5-й блок. набір індивідуальних завдань, які необхідно розв'язати студенту і здати викладачу. Саме правильне виконання цих завдань слугує підтвердженням факту опрацювання студентом матеріалу лекції на належному рівні.

Отже, на наш погляд, здійснення коригування вхідних математичних знань та умінь першокурсників за допомогою відео-лекцій має ряд невід'ємних переваг. А саме: не вимагає додаткового аудиторного навантаження; позитивно сприймається студентами (що підтверджено даними попереднього анкетування); сприяє розвитку у студентів навичок самостійної роботи. Подальші перспективи дослідження ми вбачаємо в повному завершенні методичного комплексу щодо коригування вхідних знань та умінь першокурсників ВЗО технічного спрямування та проведення експерименту з використання цього комплексу у навчальному процесі.

УДК 372.851+377.031
**ПРОФЕСІЙНЕ СПРЯМУВАННЯ ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИКИ
В ЗАКЛАДАХ ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ**

В. Лабудько¹, О.Чашечникова², А.Бондаренко³

¹НМЦ ПТО у Сумській області, Суми

²Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка, Суми

Професійно-технічна освіта України спрямована на формування в учнів професійних знань та умінь, стилю професійного мислення. Завдання викладача математики у закладах професійно-технічної освіти (ЗПТО) – створити умови для опанування учнями математичного інструментарію та навчити застосувати його у професійній діяльності. У практику роботи закладів професійно-технічної освіти Сумської області все більш широко впроваджується використання компетентнісних завдань та тестових форм контролю. Поточне оцінювання у тестовій формі здійснюється майже на кожному уроці математики. Творчою групою розроблено систему завдань з математики для роботи з учнями ЗПТО за такими напрямками економічної діяльності: професії харчових технологій; професії будівельного профілю; професії металообробного профілю.

Наявність у тестах завдань, що органічно пов'язують теоретичний матеріал і задачі прикладного характеру, мотивує учнів ЗПТО до більш відповідального відношення до їх виконання.

Тести складаються з 8 завдань: 5 завдань закритої форми, 2 завдання відкритої форми (з короткою відповіддю); 1 завдання відкритої форми (з розгорнутою відповіддю). Завдання відкритої форми з розгорнутою відповіддю (№ 8) оцінюється в 0, 1, 2 або 3 бали. Під час виконання цього завдання учень повинен розв'язати й обґрунтувати розв'язок.

Тестові завдання складені за навчальною програмою з математики для учнів 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів (рівень стандарту). Продемонструємо на прикладі завдань з системи завдань для роботи з учнями ЗПТО за напрямком «Харчові технології», тема «Елементи комбінаторики, теорії ймовірностей і математичної статистики»

1. До складу фруктового салату входять: одне яблуко, одна груша та один апельсин. Скількома способами кухар може вибрати інгредієнти для салату, якщо в нього є 15 яблук, 10 груш і 3 апельсини?

| | | | | |
|----|----|-----|----|---|
| А | Б | В | Г | Д |
| 15 | 28 | 450 | 10 | 3 |

2. Ймовірність того, що в меню на понеділок першою стравою буде борщ становить 0,2, а ймовірність того, що на десерт буде запіканка – 0,4. Яка ймовірність того, що в понеділок будуть присутні обидві ці страви?

| | | | | |
|------|-----|-----|---|-----|
| А | Б | В | Г | Д |
| 0,08 | 0,4 | 0,6 | 1 | 0,8 |

3. Дано вибірку приготування стандартних за вагою салатів (у відсотках): 98; 97; 98; 94; 96; 95; 96; 99. Знайдіть медіану цієї вибірки.

| | | | | |
|----|----|------|------|----|
| А | Б | В | Г | Д |
| 99 | 95 | 96,5 | 95,5 | 94 |

6. У кошику лежать 8 червоних і 4 зелених яблука. Знайти ймовірність того, що серед 3 узятих яблук усі червоні.

7. Кухар випікає тістечка. Ймовірність того, що за одну зміну не буде жодного бракованого становить 0,9. Яка ймовірність того, що всі тістечка, випечені за три зміни, будуть стандартними?

8. Контрольна робота з предмету «Технологія приготування їжі» складається із п'яти завдань обов'язкового рівня, двох завдань достатнього рівня та одного завдання високого рівня. Скільки варіантів контрольної роботи можна скласти, якщо у викладача є 20 завдань обов'язкового рівня, 16 завдань достатнього рівня, 5 завдань високого рівня?

Актуальність професійного спрямування навчання математики в умовах реформування професійної (професійно-технічної) освіти в Україні набуває особливого значення. При проведенні уроків з професійним спрямуванням в учнів розширюється кругозір, розвивається логічне мислення, активізується увага, зростає зацікавленість до предметів, що вивчаються. Професійне спрямування вивчення предметів загальноосвітньої підготовки, у тому числі математики, сприяє підвищенню ефективності засвоєння теоретичного матеріалу і формування в учнів ЗПТО узагальнених наукових понять, допомагає їм застосовувати здобуті знання у реальній практичній діяльності. Учні стають більш вмотивовані, що сприяє підвищенню якості знань та умінь, зменшується ймовірність механічного заучування матеріал, підвищується ефективність навчального процесу.

УДК 378.147
**РЕАЛІЗАЦІЯ КОМПЕТЕНТНІСНОГО ПІДХОДУ ПРИ
НАВЧАННІ ДИСКРЕТНОЇ МАТЕМАТИКИ В
ТЕХНІЧНОМУ ВНЗ**

Г.М. Литвин

Приазовський державний технічний університет, Маріуполь
e-mail: anna.m.litvin@gmail.com

В роботі розглядається застосування сучасних педагогічних технологій, зокрема технології проектів, проблемно-розвиваючих технологій, впровадження STEM-освіти при навчанні дискретної математики студентів спеціальності «Комп'ютерні науки», а саме розділу «Булеві функції», з метою реалізації компетентнісного підходу в навчанні.

The paper discusses the use of modern pedagogical technologies, in particular technology projects, problem-developing technologies, the introduction of STEM-education in teaching discrete mathematics students of the specialty "computer science", namely the section "Boolean functions", in order to implement the competence-based approach to learning.

Постановка проблеми. Значимість знання дискретної математики для інженера з комп'ютерних наук зростає в міру вміння застосувати їх для вирішення конкретних завдань, створення конкурентоспроможного продукту. Тому важливо навчити майбутнього інженера бачити зв'язки між дискретною математикою і практичними завданнями навколишнього світу, навчити будувати математичну модель і знаходити шляхи її вирішення. Іншими словами, розвинути в ньому такі компетентності, які дадуть можливість успішно функціонувати в суспільстві.

Аналіз актуальних досліджень. Багато вчених приділяють велику увагу інноваційним методам навчання: В.П. Беспалько, В.І. Андрєєва, В.І. Боголюбова, Г.К. Селевко, М.В. Кларін та інші. Пропонується використання тестів, ділових ігор, модульно-рейтингових систем, впровадження інтерактивних технологій (В.А. Петрук, І.В. Хом'юк). Важливу роль відводять особистісному підходу в навчанні (Л.І. Нічуговська). Компетентнісному підходу в освіті присвячені роботи О. Семенихіної, Н. Бібік, С. Скворцової, К. Власенко, Н.А. Тарасенкової, О.М. Коломоєць, О. Пометун та інші. Тенденції такі, що останнім часом спостерігається перехід від навчання до самоосвіти і роль викладача - не носити і передавати знання студенту, а направляти його на шляху пошуку нових знань, формування нових компетентностей. Засобом досягнення цих цілей і можуть бути технології проектів, проблемно-розвиваючі технології.

Особливо актуальна і мало досліджена ця тема безпосередньо при навчанні дискретної математики.

Мета дослідження вивчити доцільність і ефективність технології проектів, проблемно-розвиваючих технологій освіти при навчанні дискретної математики для реалізації компетентнісного підходу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Математика має безліч застосувань в практичній діяльності людини. Розуміння того, де можна застосувати отримані знання значно підвищує інтерес студента до предмету, стимулює його бажання оволодіти новими знаннями, застосувати їх в реальному житті. Розділ дискретної математики «Булеві функції» має широке застосування в теорії розпізнавання образів. Саме по цій темі і була запропонована проектна робота, основною вимогою якої є значимість завдання в дослідницькому плані, практична і теоретична значущість самостійної діяльності студента. Терміни виконання проекту були обумовлені заздалегідь. Виконання проекту вимагало знання теоретичного матеріалу, наявність практичних навичок для вирішення завдань з булевими функціями, вміння формалізувати задачу (скласти математичну модель). Отримані результати було необхідно проаналізувати з точки зору теорії булевих функцій і інтерпретувати для практичного завдання. Подібного роду прикладні завдання мають застосування в медицині, геології, психології, хімії, біології, криміналістиці. Тому кожен студент може вирішувати завдання з тієї області, яка йому більш цікава. В результаті у майбутнього інженера формуються такі компетенції, як уміння самостійно працювати, орієнтуватися в інформаційному просторі. Одночасно застосовуються і проблемно-розвиваючі технології, використання яких передбачає перенесення отриманих теоретичних знань у навички практичної ситуації. При цьому формуються такі компетентності як креативність, самостійність, стійкість до стресів, регуляція поведінки. Разом з тим використання апарату булевих функцій передбачає алгоритмічні дії за правилами. Тут використовуються репродуктивні педагогічні технології, що формують такі компетентності, як старанність, відповідальність, організованість, гнучкість мислення.

Треба відзначити, що реальне завдання призводить до складання математичної моделі на основі булевої функції від досить великої кількості змінних. В цьому випадку складання таблиць істинності, мінімізація функції, визначення істотних змінних вимагає автоматизації. Для вирішення такого роду завдань студентам пропонується або самому запрограмувати завдання, або використовувати математичні пакети Mathematica, Mathcad або інші.

Таким чином, студент виробляє нові компетентності по роботі з математичними пакетами, пошуку шляхів вирішення поставлених завдань. І на цьому етапі реалізації проектної роботи здійснюється застосування технологій і елементів STEM-освіти, головною концепцією якої є необхідність усвідомлення фахівцем, яке місце розробленого ним продукту в сучасному світі.

Треба відзначити, що виконати такий проект під силу далеко не всім, а тільки конкурентоспроможним студентам. Отже, в навчальних цілях виникає необхідність індивідуального підходу. Добре підготовлений студент виконує проект сам, і результати можуть бути надані на студентській конференції, опубліковані, і відповідно оцінені. Слабших студентів варто об'єднувати в пари або групи, завдяки цьому у них теж з'явиться можливість закінчити проект, побачити результати своєї праці, отримати позитивний результат, підвищити самооцінку. Крім того, в результаті роботи в групах формується навички командної роботи, вміння всередині групи правильно розподіляти обов'язки і відповідальність.

Висновки і перспективи подальших досліджень у цьому напрямку. У сучасному світі технологій, що швидко розвивається, майбутній фахівець повинен в першу чергу навчитися вчитися, застосовувати отримані знання до вирішення прикладних завдань. Технологія проектів є одним з потужних засобів для формування тих компетентностей інженера, які зроблять його конкурентоспроможним на ринку праці. Дослідження в напрямку пошуку шляхів реалізації компетентнісного підходу актуальний на сьогоднішній день, а сферою застосування дискретної математики є багато галузей діяльності людини. Це дає можливість ставити перед студентом нові завдання, залучаючи їх до науково-дослідницької діяльності, підвищуючи їх компетентність.

Література

1. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. – М.: Просвещение, 1989. – 231 с.
2. Кларин М.В. Педагогическая технология в учебном процессе: анализ зарубежного опыта. – М.: Педагогика, 1989. – 132 с.
3. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии. – М.: Педагогика, 1980. – 146 с.
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. Хом'юк І В. Впровадження інтерактивних технологій у процес викладання фундаментальних дисциплін у технічному ВНЗ / І. В. Хом'юк, В.В. Хом'юк, В.А. Петрук // Збірник наукових праць «Інновації у вищій школі: проблеми та перспективи освіти і науки». – Вип. 3. – Кременець, 2013. – С. 165-169.

УДК 519.85:378
СИСТЕМА ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ ЯК ЗАСІБ ОПТИМІЗАЦІЇ
НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЧНОМУ ПРОГРАМУВАННЮ ТА
ДОСЛІДЖЕННЮ ОПЕРАЦІЙ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ
СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

І.В. Лов'янова¹, Д.Є. Бобилєв²

¹Криворізький державний педагогічний університет, Кривий Ріг

e-mail: liriha22@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3186-2837>

²Криворізький державний педагогічний університет, Кривий Ріг

e-mail: dmytrobobyliiev@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1807-4844>, ResearcherID: G-8840-2018

В роботі зроблена спроба узагальнити досвід підбору задачного матеріалу при викладанні курсів «Дослідження операцій» та «Математичне програмування» для технічних спеціальностей. Зроблено висновок, що при перерозподілі часу на вивчення деяких тем «Дослідження операцій» та «Математичне програмування» можна оптимізувати вивчення обох курсів.

An attempt was made to generalize the experience of selecting the target material during the course "Operations Research" and "Mathematical Programming" for the technical specialties. It is concluded that during the redistribution of time to study some topics "Operations Research" and "Mathematical Programming" it is possible to optimize the study of both courses.

В роботі зроблена спроба узагальнити досвід підбору задачного матеріалу при викладанні курсів «Дослідження операцій» (ДО) та «Математичне програмування» (МП) для технічних спеціальностей. Після аналізу програм, підручників, навчальних посібників та методичних вказівок із курсів ДО та МП [1 – 7] можна зробити висновок, що більшість авторів підмінюють зміст курсу ДО частиною змісту курсу МП. Це можна звичайно пояснити тим, що МП є складною для розуміння і засвоєння дисципліною. Через брак часу викладач не встигає викласти матеріал курсу МП і вимушений перенести частину матеріалу в курс ДО. Цього не можна уникнути, оскільки більшість тем ДО потребує методів, що розглядаються в курсі МП. Але це забирає значну частину часу, що виділений саме на вивчення ДО. Тому студенти не засвоюють частину змісту, який має детально вивчатися в курсі ДО. Цієї проблеми можна уникнути, якщо правильно розподілити матеріал МП та ДО. Ефективного розподілу можна досягти, якщо чітко окреслити логічну структуру курсу МП та його взаємозв'язок з курсом ДО. Визначивши структуру курсу МП, можна прослідкувати, які методи найбільш часто зустрічаються в курсі ДО. І, виходячи з цього, оптимально спланувати роботу. Наприклад, теми «Динамічне програмування», «Нелінійне програмування» можна подати

лише у вигляді двох оглядових лекцій в курсі МП, освітивши лише основні теоретичні аспекти та її застосування, а детально пояснити застосування цієї теорії в курсі ДО. Це обумовлено також тим, що без прикладів з економічним змістом ці теми студентам важко зрозуміти, а описання цих прикладів забирає велику кількість часу.

Більшу увагу в курсі МП, на мій погляд, слід приділити двоїстій парі задач. Підкріпивши вивчення цієї теми значною кількістю задач на дослідження.

Більшість авторів [2, 3, 7] наводять лише алгоритм побудови двоїстої задачі та їх класифікацію, без детального пояснення де цей потужний апарат можна використати на практиці, сподіваючись, що студентам це буде пояснено під час вивчення курсу ДО.

Але тут вже буде відігравати роль самостійна робота студентів ефективність якої залежить від того наскільки пророблений навчально-методичний комплекс цих дисциплін. Наприклад, зміст лекцій не треба перевантажувати складними математичними доведеннями. Адже студентам перш за все необхідно дати інструмент за допомогою якого вони зможуть досліджувати математичні моделі. Під час вивчення теми «Цілочисельне програмування» курсу МП, варто спочатку дати завдання побудувати лінійну модель задачі такого змісту: визначити мінімальну кількість проходжень по горизонталі та вертикалі валиком з фарбою за яку можна повністю розфарбувати всі білі клітинки зображенні на рис. 1.

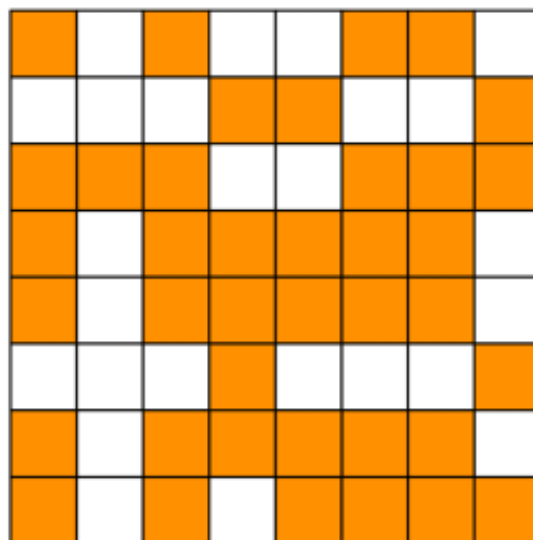


Рис. 1. Поле для розфарбовування

Для полегшення студентам роботи по складанню моделі можна студентам навести поле з готовим оптимальним варіантом розфарбування (Рис. 2).

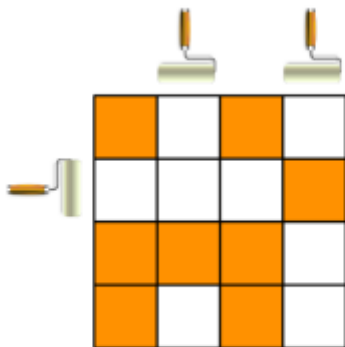


Рис. 2. Поле з оптимальним варіантом розфарбування

Розв'язувати задачу треба без оперування методів цілочисельного програмування, тобто звичайним симплекс-методом. А вже потім наголосити на тому, що це одна із найпростіших модифікацій методу лінійного програмування і дати студентам алгоритм цього методу. Аналогічно доцільно викладати інші теми, що базуються на матеріалі, який лише оглядово був представлений в курсі МП треба планувати таким чином, щоб починати з якоїсь задачі з практичним змістом а потім вже переходити до розгляду алгоритмів методів, що не були розглянуті в курсі МП.

Отже, якщо перерозподілити час на вивчення деяких тем МП та ДО (наприклад, зменшити кількість годин на вивчення тем: «Нелінійне програмування», «Динамічне програмування», а збільшити – на теми «Двоїсті задачі», «Цілочисельне програмування»), можна досягти більш ефективного вивчення обох курсів. Звичайно, це стосується ситуації, коли на спеціальності послідовно вивчаються обидва курси.

Література

1. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. – М.: Высшая шк., 1993. – 336 с.
2. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
3. Гетманцев В.Д. Лінійна алгебра і лінійне програмування: Навч. посіб. – К.: Либідь, 2001. – 262 с.
4. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: Підручник. – К.: ВІПОЛ, 2000. – 322 с.
5. Збірник завдань по виробничим ситуаціям з використанням методів оптимізації. Частина I / Укл. А.Ф. Щербак, Н.Г. Глоба. – Кривий Ріг: КЕІ КНЕУ, 2002. – 94 с.
6. Конюховский П. Математические методы исследования операций в экономике. – СПб: Питер, 2000. – 246 с.
7. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів та розв'язування задач з дисципліни «Дослідження операцій та дискретний аналіз» / Укл. А.Ф. Щербак, Н.Г. Глоба. – Кривий Ріг: КЕІ КНЕУ, 2001. – 124 с.

УДК 372.851
З ДОСВІДУ ВИКЛАДАННЯ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ В РАМКАХ
ПРОГРАМИ “ВИЩА ОСВІТА ІНОЗЕМНИМИ МОВАМИ”

Т.А. Олешко

Національний авіаційний університет, Київ
e-mail: 111ota@ukr.net

Розглянуто проблеми викладання математичних дисциплін, зокрема теорії ймовірностей англійською мовою студентам, що навчаються за технічними спеціальностями в Національному авіаційному університеті. Досліджено специфічні особливості, що виникають при викладанні окремих питань теорії ймовірностей та математичної статистики англійською мовою студентам, які не є носіями мови .

The problems of teaching mathematical disciplines, in particular theory of probability in English for students studying in technical specialties at the National Aviation University are considered. We consider the specific features arising while teaching some issues of theory of probability and mathematical statistics in English to students which are not native speakers.

Постановка проблеми. В Національному авіаційному університеті більшість студентів навчаються за спеціальностями, які вимагають досить глибокої математичної підготовки. Тому навчальні плани цих спеціальностей містять у різному обсязі математичні дисципліни, зокрема теорію ймовірностей і математичну статистику.

В роботі розглянуто деякі особливості викладання теорії ймовірностей англійською мовою в групах, в яких навчаються як українські, так і іноземні студенти, для переважної більшості яких англійська мова не є рідною.

Актуальність цього питання пов'язана з тим, що вже протягом 20 років в Національному авіаційному університеті для деяких спеціальностей діє програма „Вища освіта іноземними мовами”.

Аналіз останніх актуальних досліджень та публікацій. Методика викладання математичних дисциплін, зокрема і теорії ймовірностей, студентам технічних спеціальностей досліджується багатьма авторами.

Значна частина проблем, що виникають в навчальному процесі при викладанні цієї дисципліни має свої особливості при роботі саме в англомовних мультинаціональних групах. Починаючи з 2007 року колективом викладачів кафедри вищої та обчислювальної математики проводилися дослідження з методики викладання математичних дисциплін іноземним та українським студентам в рамках програми „Вища освіта іноземними мовами” (детальніше див. [1–7]).

Мета статті. Метою даної роботи є аналіз практики викладання математичних дисциплін, зокрема теорії ймовірностей, студентам технічних спеціальностей, що навчаються англійською мовою.

Викладення основного матеріалу дослідження. При роботі в рамках програми „Вища освіта іноземними мовами” виникає ціла низка питань, пов’язаних з викладанням дисциплін англійською мовою. Кількість і складність проблем, що з’являються при вивченні студентами теорії ймовірностей та математичної статистики, як правило є більшою у порівнянні з іншими математичними дисциплінами.

Це пов’язано з тим, що в групах навчаються студенти з багатьох країн з різним рівнем знань англійської мови, які не завжди добре володіють термінологією саме з теорії ймовірностей і не завжди добре розуміють постановку задачі, особливо текстової.

Певні проблеми пов’язані з відмінностями в програмах шкільного курсу різних країн, зі специфікою перекладу термінів, з різними позначеннями в підручниках, написаних англійською та українською мовами. Наприклад, позначення окремих числових характеристик випадкових величин суттєво відрізняються в англійських і українських підручниках.

Всі ці питання потрібно враховувати при проведенні занять та при написанні відповідних навчальних посібників.

Саме тому викладання курсу „Теорії ймовірностей і математичної статистики” англійською мовою для студентів, що не є носіями цієї мови, має певні особливості і вимагає від викладачів модифікації стандартних методик викладання цієї дисципліни.

Перш за все перед початком вивчення кожної теми необхідно надавати відповідні терміни з перекладом, розтлумачувати значення цих термінів, обов’язково звертати увагу на відмінність в позначеннях в англійських та українських підручниках.

При роботі в групах з іноземними студентами бажано достатню увагу приділяти виробленню навичок розпізнавання основних видів типових задач, звертаючи їхню увагу на внутрішню математичну структуру задачі. Відмітимо, що більшість іноземних студентів дуже добре сприймають опорні матеріали, які крім рівнянь і рисунків містять також і словесні описання ознак відповідних об’єктів.

Ми вважаємо, що для студентів технічних спеціальностей при розв’язанні задач з теорії ймовірностей найбільш корисним буде поєднання застосування аналітичних методів, опорних конспектів і систем комп’ютерної математики. Для забезпечення більшої ефективності освітнього процесу і покращення засвоєння матеріалу необхідно враховувати всі ці особливості при проведенні занять та написанні відповідних навчальних посібників.

Викладачами кафедри вищої та обчислювальної математики було створено низку англomовних навчально-методичних посібників, що охоплюють більшість розділів курсу вищої математики, зокрема посібників [8–10].

Висновки. Проведено аналіз практики викладання математичних дисциплін, зокрема теорії ймовірностей та математичної статистики, студентам технічних спеціальностей в рамках програми „Вища освіта іноземними мовами”. Розглянуто особливості викладання дисципліни, які виникають при роботі викладача в англomовних академічних групах.

Література

1. Карупу О. В. Деякі прикладні та методичні аспекти знаходження геометричних ймовірностей / О. В. Карупу, Т.А. Олешко // Прикладна геометрія та інженерна графіка: міжвідомчий наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2010. – Вип. 86. – С. 385–388.
2. Карупу О. В. Деякі особливості викладання математичних дисциплін іноземним студентам / О. В. Карупу, Т.А. Олешко, В.В. Пахненко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2012. – №2/2 (56) . – С. 11–14.
3. Карупу О. В. Про деякі особливості викладання математичних дисциплін іноземним студентам за кредитно-модульною системою / О. В. Карупу, Т.А. Олешко, В.В. Пахненко // Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки. – 2013. – 8 (261). – 52–57.
4. Карупу О. В. Про деякі методичні аспекти викладання лінійної алгебри та аналітичної геометрії в Національному авіаційному університеті / О. В. Карупу, Т.А. Олешко, В.В. Пахненко // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – 2016. – Vol. IV (38), Iss. 77. – P. 29–32.
5. Пахненко В.В. Про викладання окремих питань аналітичної геометрії англomовним студентам НН ІАН НАУ / В.В. Пахненко // Сучасна освіта та інтеграційні процеси: Зб. наук. праць міжн. наук.-метод. конф., 22–23 листопада 2017, Краматорськ. – Краматорськ: ДДМА, 2017. – С. 165-167.
6. Карупу О. В. Аналіз практики викладання теорії ймовірностей та математичної статистики англomовним студентам в Національному авіаційному університеті. / О. В. Карупу, Т.А. Олешко, В.В. Пахненко // Science and Education a New Dimension: Pedagogy and Psychology. – 2017. – Vol. V (52), Iss. 113. – P. 34–37.
7. Олешко Т.А. Про викладання окремих питань теорії ймовірностей англomовним студентам НН ІКІТ НАУ / Т.А. Олешко // Сучасна освіта та інтеграційні процеси: Зб. наук. праць міжн. наук.-метод. конф., 22–23 листопада 2017. – Краматорськ: ДДМА. – 2017. – С. 150–152.
8. Oleshko T.A. Theory of probability. Random Events. Methodical text-book / T.A. Oleshko, V.I. Mamchuk. – Kyiv: NAU, 2002. – 40 p.
9. Oleshko T.A. Elements of mathematical statistics. Methodical guide / T.A. Oleshko, V.V. Pakhnenko, V.I. Trofymenko. – Kyiv: NAU, 2003. – 72 p.
10. Higher mathematics. Part 4: Manual. Theory of Probability and Elements of Mathematical Statistics / Denisiuk V.P., Bobkov V.M., Grishina L.I., Demydko V.G., Karupu O.V., Oleshko T.A., Pakhnenko V.V., Pogrebetska T.O., Repeta V.K.– Kyiv: NAU, 2013. – 248 p.

УДК 372.851:378.147
**ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ АНГЛІЙСЬКОЮ ТЕОРІЇ
ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ВИЩИХ ПОРЯДКІВ СТУДЕНТАМ
ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

В.В. Пахненко

Національний авіаційний університет, Київ
e-mail: dooremi@ukr.net

Проведено дослідження особливостей, які виникають при викладанні розділу “Диференціальні рівняння” англійською мовою іноземним та українським студентам, що навчаються за технічними спеціальностями в Національному авіаційному університеті. Наведено специфічні особливості, що виникають при викладанні теми “Диференціальні рівняння вищих порядків”. На основі розгляду надано методичні рекомендації до викладу англійською окремих питань теорії звичайних диференціальних рівнянь іноземним та українським студентам, які не є носіями цієї мови.

The study of the features arising from teaching the section “Higher-order Differential Equations” in English to foreign and Ukrainian students studying on technical specialties in National Aviation University is considered. The specific features arising from the teaching of the topic “Higher order differential equations” are investigated. On the basis of consideration, methodological recommendations are given for the presentation in English of certain issues of the theory of ordinary differential equations to foreign and Ukrainian students who are not native speakers of this language.

Постановка проблеми. Сьогодні в Національному авіаційному університеті (НАУ) навчається понад 50 тисяч слухачів, серед них 1200 іноземних студентів із 49 країн світу. Тому велику увагу приділяють вирішенню різноманітних методичних питань, пов’язаних з навчанням іноземних студентів, більшість яких є представниками різних систем навчання. Ці проблеми мають свою специфіку при викладанні англійською мовою студентам технічних спеціальностей, зокрема при вивченні теми “Диференціальні рівняння вищих порядків”.

Аналіз останніх актуальних досліджень та публікацій. Більшість проблем, що виникають в навчальному процесі при викладанні теорії звичайних диференціальних рівнянь, а особливо диференціальних рівнянь вищих порядків, мають свої особливості при роботі в англійськомовних академічних групах, де разом навчаються українські та іноземні студенти. З 2007 року колективом викладачів кафедри вищої та обчислювальної математики проводилися дослідження з методики викладання англійською мовою математичних дисциплін іноземним та українським студентам НН ІКІТ, НН АКІ та НН ІАН НАУ в рамках програми “Вища освіта іноземною мовою” (див. [1–6]), зокрема розглядалася специфіка викладання теорії звичайних диференціальних рівнянь [7–9].

Мета статті. Метою даної роботи є дослідження специфіки та аналіз практики викладання теми “Диференціальні рівняння вищих порядків” навчального модуля “Диференціальні рівняння” у складі дисциплін “Вища математика” та “Математичний аналіз” англomовним студентам технічних спеціальностей в НАУ.

Викладення основного матеріалу дослідження. Для майбутнього інженера диференціальні рівняння є потужним прикладним інструментом у вивченні спеціальних дисциплін і розв’язуванні прикладних професійних задач за фахом. Тому для студентів технічних спеціальностей є необхідним не тільки засвоєння окремих теоретичних положень теорії звичайних диференціальних рівнянь, але й набуття практичних компетенцій в розв’язуванні принаймні основних типових задач. Велике значення має також формування цілісного сприйняття методів теорії диференціальних рівнянь, розуміння суті аналітичного підходу у моделюванні технічних процесів.

Певна частина проблем, що постають при викладанні диференціальних рівнянь іноземним студентам в рамках дисципліни “Вища математика” та “Математичний аналіз”, є розуміння понять загального та частинного розв’язку, початкових умов та задачі Коші, особливо для диференціальних рівнянь вищих порядків. При роботі в англomовних мультинаціональних групах бажано достатню увагу приділяти виробленню навичок розпізнавання основних форм диференціальних рівнянь, що інтегруються в квадратурах. При чіткому викладі викладачем алгоритму розпізнавання найпростіших їх типів і алгоритмів переходу між різними формами рівнянь значна частина іноземних студентів достатньо добре засвоює і застосовує ці навички. Зауважимо при цьому, що більшість іноземних студентів дуже добре сприймають опорні матеріали.

Розпізнавання іноземними студентами найпростіших типів рівнянь вищих порядків є відносно непоганим. Набагато складнішим для засвоєння іноземними студентами є алгоритми розв’язування задач на пониження порядку, що пов’язано як з відносно низьким рівнем шкільної підготовки цих студентів, так і з достатньо поверховим рівнем сприйняття більшістю з них багатьох питань математичного аналізу. Засвоєння цих алгоритмів є найбільш ефективним у випадку рівнянь другого порядку.

Викладачами кафедри вищої та обчислювальної математики було створено низку англomовних навчально-методичних посібників по окремих розділах курсу вищої математики, зокрема посібників [9–11], в яких наведено основи теорії звичайних диференціальних рівнянь.

Висновки. Проведено аналіз практики викладання теорії диференціальних рівнянь, зокрема диференціальних рівнянь вищих порядків студентам технічних спеціальностей в рамках програми “Вища освіта іноземною мовою”. Важливим є приділення достатньої уваги доведенню до студентів особливостей використання термінології і надання

студентам методик застосування чисельних методів інтегрування диференціальних рівнянь, систем комп'ютерної математики та пошукових систем.

Література

1. Карупу О. В. Деякі особливості викладання математичних дисциплін іноземним студентам / О. В. Карупу, Т.А. Олешко, В.В. Пахненко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2012. – №2/2 (56) . – С. 11–14.
2. Карупу О. В. Аналіз практики викладання вищої математики українським та іноземним студентам в Національному авіаційному університеті / О. В. Карупу, Т.А. Олешко, В.В. Пахненко // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – 2013. – Is. 5. – P. 88–92.
3. Карупу О. В. Про деякі особливості викладання математичного аналізу англomовним студентам НАУ / О. В. Карупу, Т.А. Олешко, В.В. Пахненко // Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки. –2015. –№ 20 (353) – С. 26 – 31.
4. Карупу О. В. Про деякі методичні аспекти викладання лінійної алгебри та аналітичної геометрії в Національному авіаційному університеті / О. В. Карупу, Т.А. Олешко, В.В. Пахненко // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – 2016. – Vol. IV (38), Iss. 77. – P. 29–32.
5. Олешко Т.А. Про викладання окремих питань теорії ймовірностей англomовним студентам НН ІКІТ НАУ / Т.А. Олешко // Сучасна освіта та інтеграційні процеси: Зб. наук. праць міжн. наук.-метод. конф., 22–23 листопада 2017. – Краматорськ: ДДМА. – 2017. – С. 150–152.
6. Пахненко В.В. Про особливості викладання деяких розділів вищої математики іноземним студентам АКІ та ІАН Національного авіаційного університету / В.В. Пахненко // Крымская Международная математическая конференция, 22 сентября – 4 октября, 2013, Судак. – Сімферополь: КНЦ НАНУ, 2013. – Т.1. – С. 83.
7. Pakhnenko V.V. On some problems of teaching foreign students to theory of ordinary differential equations in English / V.V. Pakhnenko // 15 International Scientific Conf. M. Kravchuk. April 15 – 17, 2014. – Kyiv: KPI. – 2014, V.2. – P. 22.
8. Карупу О. В. Аналіз практики викладання звичайних диференціальних рівнянь англomовним студентам технічних спеціальностей в Національному авіаційному університеті / О. В. Карупу, Т. А. Олешко, В. В. Пахненко // Фізико-математична освіта. – 2017. – № 4(14). – С. 33–36.
9. Pakhnenko V.V. Differential equations. Text-book / V. V. Pakhnenko, Ye.O. Shkvar. – Kyiv: NAU, 2002. – 104 p.
10. Higher mathematics. Part 2: Manual. / V. P. Denisiuk, V. G. Demydko, V.K. Repeta.– Kyiv: NAU, 2013. – 248 p.
11. Mathematical analysis: Manual / V. P. Denisiuk, V. G. Demydko., O. V. Karupu, T. A. Oleshko, V. V. Pakhnenko, V. K. Repeta. – Kyiv: NAU, 2016 – 396 p.

УДК 378.147

**ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ СУТТЄВОГО СКОРОЧЕННЯ
АУДИТОРНИХ ГОДИН КУРСУ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ В
ТЕХНІЧНОМУ ЗВО**

В.А. Петрук

Вінницький національний технічний університет, Вінниця
e-mail:petruk-va@ukr.net

У статті обговорюються проблеми скорочення аудиторних годин та їх подолання при викладанні курсу вищої математики в технічному ЗВО. Наведено результати анкетування щодо відношення студентів до методики опорного наочного конспекту лекцій.

The article discusses the problems of reducing the classroom hours and overcoming them when teaching the course of higher mathematics at a technical university. The results of the questionnaire on the students' attitude toward the method of the reference visual summary of lectures are presented.

Навчальні заклади України, що готують майбутніх фахівців у технічних ЗВО, на сучасному етапі не можуть залишитись осторонь прискореного, випереджального, інноваційного розвитку освіти і науки та вимагають забезпечення умов для розвитку, самоствердження і самореалізації особистості впродовж життя. Постійне збільшення обсягу знань, до якого необхідно вивести майбутнього фахівця за роки навчання у вищому навчальному закладі, підвищення вимог до його професійної підготовки викликає гостру потребу всебічного і глибокого дослідження системи формування у студентів професійних навичок, зовнішніх і внутрішніх чинників становлення спеціалістів з вищою технічною освітою [1, с.4].

Маю зупинитись тільки на проблемах курсу вищої математики, який за останні роки швидко зменшує кількість семестрів (з 5-ти до 3-х), аудиторних годин (до 240 годин за три семестри). Але обсяг матеріалу залишається і виклад розділів вищої математики вимагає величезних зусиль викладачів, щоб закласти математичний фундамент для подальшого опанування студентами загальнотехнічних та спеціальних дисциплін.

Кількість аудиторних годин, що відведені для лекцій складає 54+45+45 год. відповідно до 3- х семестрів. Природно, що в такому обсязі на доведення теорем в аудиторії часу не залишається, а рівень самостійної роботи у першокурсників дуже низький. Наприклад, за перший семестр треба опанувати 4 розділи різного спрямування. Вони взагалі губляться не тільки в теоретичних питаннях, а й в кількості тем.

Перше, на що треба звернути увагу на перших заняттях з вищої математики, – це формування професійної спрямованості і вмінь самостійної роботи з навчальною інформацією.

Система формування вмінь самостійної роботи включає в себе мету, суб'єкти навчального процесу, методику формування, комплекс інтерактивних методик лекційних і практичних занять, різні види самостійної роботи студентів.

Власний досвід показав, що вимагає суттєвих змін методика викладання курсу вищої математики.

По – перше, треба скласти навчальні посібники, де викладено повний курс з доведенням теорем, розібраними прикладами та питаннями для самостійної перевірки набутих знань, вмінь та навичок, завданнями індивідуальних типових розрахунків для позааудиторної роботи.

По – друге, під час лекцій з використанням їх візуалізації на екран запропонувати опорний конспект тем, де подано в скороченому варіанті основні моменти теоретичного матеріалу, що буде необхідним для практичних занять, навести приклади його застосування, бажано прикладного змісту за спеціальністю.

По – третє, контроль за самостійним вивченням окремих тем студентами бажано проводити з використанням інтерактивних технологій, наприклад, симуляційних проєктів: «наукова конференція», «міжнародний симпозіум», «оптимальний проєкт» [1].

Протягом 3-х семестрів навчання (2017-18 н. р. та 2018-19 н.р.) студентів ФКСА (ВНТУ) було апробовано новий підхід до викладання курсу вищої математики. Технологія навчання в перших двох семестрах складалась із викладу теоретичного матеріалу на дошці, з використанням прийомів проблемних лекцій, професійною спрямованістю теоретичного матеріалу, використанням КВК- колоквиуму, тестів та роботи в малих групах на практичних заняттях над індивідуальними завданнями. У третьому семестрі було запропоновано під час лекцій складання опорного конспекту з використанням ІКТ.

Анонімне анкетування студентів після вивчення курсу вищої математики показало наступний результат: методика лекцій з використанням опорного візуального конспекту отримала 94%. Але обговорення результатів анкетування виявило, що це можливо лише після адаптації першокурсників до системи навчання в університеті, яка дуже відрізняється від шкільної системи навчання математики, де на опанування тем відведено багато часу.

Крім того, виявилась основна причина неуспіху в першому семестрі, хоча його матеріал легший від інших двох семестрів, яка криється саме в низькій самоорганізації самостійної роботи.

Багато хто з викладачів пропонує першокурсникам «вільну модель», «свободу індивідуального вибору», де максимально враховується

внутрішня ініціатива студента – хочу працюю систематично, хочу фрагментарно. Але, слід враховувати їхню неспроможність - не маючи досвіду швидко подолати доволі крутий бар'єр між шкільним навчанням і університетським, поки він існує на жаль.

Отже, багато років я і мої учні, аспіранти та докторанти працюємо над тим, щоб процес навчання наших важких дисциплін був цікавим та більш легким. Багато сучасних методик, технологій для навчання вищої математики у технічному ЗВО запропоновано нами [2-10]. Останнім часом працюємо над проектами, які спрямовані на розвиток у студентів самоосвітніх навичок, відчуття контролю над процесом свого навчання. Слід створити такий клімат, щоб студенти самі окреслили власні потреби та очікування від занять і були спроможними сформулювати свої цілі, які вони хочуть реалізувати.

Література

1. Петрук В.А. Формування базового рівня професійної компетентності у майбутніх фахівців технічних спеціальностей засобами інтерактивних технологій: монографія /В.А. Петрук – Вінниця: ВНТУ, 2011. - 285 с.
2. Петрук В.А., Лесовий В.Ю. Адаптація першокурсників до навчання у вищих технічних закладах освіти: монографія /В.А. Петрук, В.Ю. Лесовий – Вінниця: ВНТУ, 2017- 144 с.
3. Петрук В.А., Прозор О. П. Формування когнітивно-творчої компетенції майбутніх фахівців технічного профілю в процесі навчання вищої математики: монографія / В.А. Петрук, О.П. Прозор – Вінниця: ВНТУ, 2015.- 148 с.
4. Петрук В.А., Прозор О. П. Вища математика з прикладними задачами. Ч. 1.: навчальний посібник / В.А. Петрук, О.П. Прозор – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 170 с.
5. Петрук В.А. КВК - колоквиум з теорії рядів як засіб розвитку інтелектуальних умінь студентів. /В.А. Петрук //Матеріали III Міжнародної науково-методичної конференції «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс – 2018»». - Суми. 2018. - Т.1, С. 123-125.
6. Петрук В.А., Хом'юк І.В. Формування умінь самостійної роботи у майбутніх інженерів засобами ігрових форм: монографія /В.А. Петрук, І.В. Хом'юк, – Вінниця: «Універсум- Вінниця», 2004. - 185 с.
7. Петрук В.А. Вища математика з прикладними задачами для ігрових занять (друге вид.): навчальний посібник МОН України навчальний посібник / В.А. Петрук - Вінниця: «Універсум – Вінниця», 2006.- 129 с.
8. Петрук В.А., Хом'юк І.В., Хом'юк В.В.Інтерактивні технології навчання вищої математики студентів технічних ВНЗ: навчальний посібник /В.А. Петрук, І.В. Хом'юк,- Вінниця, ВНТУ, 2012. – 96с.
9. Петрук В.А., Прозор О. П. Застосування технології малих груп у формуванні базового рівня професійної компетентності майбутніх інженерів при навчанні вищої математики. // В.А. Петрук, О.П. Прозор // Матеріали Всеукраїнської інтернет - конференції «Професійна підготовка фахівця в контексті потреб сучасного ринку праці» - Вінниця: ВНАУ, 2016. - С. 85-92.
10. Петрук В.А. Психолого-педагогічні аспекти використання інтерактивних методів навчання /В.А. Петрук // Міжнар. науковий періодичний журнал «THE UNITY OF SCIENCE» – Austria, Vienna: 2015.- Vol.1.- С. 68-71.

УДК 517.9:004

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ STEM-ОСВІТИ

I. В. Сітак

Інститут хімічних технологій Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, Рубіжне
e-mail: sitakirina@ukr.net
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2593-1293>

Проаналізовано український досвід впровадження технологій STEM-освіти в неформальній освіті, вироблено шляхи удосконалення системи впровадження STEM-освіти через досвід долучення до діяльності **лабораторії** на базі Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

The Ukrainian experience of introducing STEM-education technologies in informal education, developed by ways of improving the system of introduction of STEM-education by the results of laboratory research of the Volodymyr Dahl East-Ukrainian National University (SNU), was analyzed.

Запровадження технологій STEM-освіти в Українській освіті є давно назрілою необхідністю. Ми вже можемо спостерігати деякі спроби та напрями впровадження певного досвіду у закладах вищої освіти та їх сприяння формуванню в студентській молоді компетентностей актуальних у сучасному суспільстві.

Необхідність прискорення темпів впровадження STEM-технологій в Українську освіту пояснюється тим, що за даними дослідження «Основи освіти STEM» [2], залучення лише 1% населення до STEM-професій підвищує валовий внутрішній продукт країни на \$50 млрд.

Отже, впровадження таких технологій може змінити економіку нашої країни, зробити її більш інноваційною та конкурентоспроможною. Згідно методичних рекомендацій щодо впровадження STEM-освіти [1] в Україні, «головна мета STEM-освіти полягає у реалізації державної політики з урахуванням нових вимог Закону України «Про освіту» щодо посилення розвитку науково-технічного напрямку в навчально-методичній діяльності на всіх освітніх рівнях; створенні науково-методичної бази для підвищення творчого потенціалу молоді та професійної компетентності науково-педагогічних працівників. Основні ключові компетентності концепції «Нової української школи», а саме: спілкування державною та іноземними мовами, математична грамотність, компетентності в природничих науках і технологіях, інформаційно-цифрова грамотність, уміння навчатися впродовж життя, соціальні й громадянські компетентності, підприємливість, загальнокультурна, екологічна грамотність і здорове життя, гармонійно входять в систему STEM-освіти, створюючи основу для успішної самореалізації особистості і як фахівця, і як громадянина».

Для координації впровадження технологій STEM-освіти у вітчизняних навчальних закладах було створено відділ STEM-освіти в Інституті модернізації змісту освіти. Завдання відділу – методична допомога з питань науково-теоретичних аспектів STEM-освіти, підготовки педагогічних кадрів, організації освіти дорослих, організація та проведення тематичних форумів, презентацій, семінарів, майстер-класів, STEM-студій та STEM-майстерень.

Значний внесок у розвиток STEM-освіти в нашій країні робить Мала академія наук, яка є центром систематичної позашкільної науково-практичної діяльності. Олімпіади, конференції, конкурси-захисти науково-практичних робіт, які проводять фахівці Малої академії наук, сприяють залученню учнівської молоді до навчально-практичної та науково-дослідницької діяльності, поглиблюють знання учнів із технічних та природничих дисциплін, формують пізнавальний інтерес учнів, сприяють професійному самовизначенню учнів. Однак, відсутність у МАН достатнього фінансування та власної дослідницької бази є суттєвою перешкодою впровадження технологій STEM-навчання.

Впровадження в навчально-виховний процес методичних засад STEM-освіти дозволить сформувати в учнівській молоді найважливіші характеристики, що визначають компетентного фахівця. Відповідно рекомендацій в Україні використовується модель змішаного навчання, що поєднує традиційне навчання в класі з онлайн-навчанням і практичною навчальною діяльністю.

Одним із сучасних і бюджетних методів залучення молоді до технологій STEM є створення Fabrication Laboratory, яких у світі існує вже майже 1200. В Україні таких лабораторій 7. Перша з'явилася у 2014 році у Києві. Fabrication Laboratory (FabLab) – сучасні фабрики-лабораторії для 3D моделювання, 3D друку, прототипування та технічної творчості. Діяльність у таких лабораторіях надає студентам вільний доступ до сучасного обладнання, що необхідне для технічної творчості – 3D принтерів, лазерних різаків, фрезерувальних станків, наборів і конструкторів Arduino, плат Raspberry і датчиків для IoT (Internet of Things), інших інструментів та електроніки. Основними завданнями ФабЛабів є:

- розвиток інженерної креативності та інноваційного мислення молоді,
- навчання школярів, студентів, аспірантів та творчої молоді основам мікроелектроніки, робототехніки, цифрового прототипування, 3D моделювання, 3D друку, використання лазерного обладнання та ЧПУ-верстатів,
- підвищення якості підготовки фахівців та поліпшення здатності до працевлаштування студентів за допомогою взаємодії університетів, бізнесу і промисловості на базі ФабЛабів,
- стимулювання молодіжного підприємництва,

- залучення школярів до вибору інженерних спеціальностей,
- підвищення кваліфікації (або отримання нових компетенцій) викладачів в області розробки Internet of Things (IoT), 3D моделювання, 3D друку і цифрового прототипування.

З 2018 року такі Fabrication Laboratory почали функціонувати в Україні. У Харкові лабораторія функціонує на базі Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця, в Одесі працює лабораторія на базі Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського та має назву #MiRONAFT.

Автори дослідження є учасниками проекту із створення лабораторії у Сєверодонецьку на базі Східноукраїнського національного університету (СНУ) імені Володимира Даля. Лабораторія почала функціонувати у грудні 2018 року. Це невелика майстерня, оснащена цифровими інструментами виробництва: 3D-принтером, лазерним та вініловим різакон, вишивальними машинами. На базі лабораторії учні та студенти можуть створювати різноманітні об'єкти з дерева, пластика, металу або картону. На базі FabLab викладачі СНУ ім. В. Даля проводять тренінги та воркшопи, практичні заняття та ІТ-форуми. Це дозволяє молоді регіону покращувати свої творчі здібності та реалізовувати свої власні проекти. У проектах залучено представників громади, вчителів шкіл та батьків. Через долучення до проекту, ми з'ясували складнощі розвитку проекту та визначились із шляхами їх подолання.

Отже, процес впровадження технологій STEM-освіти не позбавлений проблем та труднощів, одна з яких недостатня кількість та оснащеність лабораторій для впровадження STEM-освіти.

З метою вдосконалення системи впровадження STEM-освіти мають бути розроблені інтегровані курси для дошкільної, середньої та вищої освіти.

Для подолання складнощів, що гальмують впровадження STEM-освіти в Україні, має бути створена нова культура наукового навчання, що узагальнить розрізнений досвід викладання та навчання у різних галузях STEM. Слід впровадити державну програму масової підготовки педагогічних працівників до реалізації технологій STEM-освіти.

Література

1. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік. Лист ІМЗО № 21.1/10-1470 від 13.07.17 року. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://ru.osvita.ua/legislation/Ser_osv/56880/2013 – Дата звернення: 10.09.2018.
2. Patrick, L. Turning it up: A framework for STEM education. OK Math / L. Patrick, T. Neill // Retrieved from OK Math website. – 2016 – [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://okmathteachers.com/stemframework> – Дата звернення: 21.01.2019.

УДК 37.04
ОСОБЛИВОСТІ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІН
МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ СЛУХАЧАМ ВІЙСЬКОВИХ ВНЗ

Н.Б. Сокульська¹, Р.А. Ковальчук², Б.І. Сокіл³

¹Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, Львів
e-mail: natalya.sokulska@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3425-5517>

²Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, Львів
e-mail: roma_kov@meta.ua

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2522-7901>

³Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, Львів
e-mail: sokil_b_i@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8551-7348>

Розглядаються особливості впровадження дистанційного навчання в сучасну систему військової освіти на прикладі викладання вищої математики та інженерних дисциплін, пов'язаних з нею, їх правове підґрунтя, та суспільні виклики, що диктують необхідність такого впровадження. Авторами розглянуті вибрані моделі і технології дистанційного навчання, що вводяться у військових вузах. Вказано на ряд їх переваг. Наголошено на проблемах їх впровадження в освітній процес.

The introduction of distance learning in the modern system of military education is described. The legal basis and the main social challenges, which dictate the need for such an introduction, are considered. The authors review selected models of distance learning what are called e-learning. However, the military higher Schools have specific methods of education. Therefore, the authors emphasize a number of problems of introduction of distance learning and the benefits of that educational system.

Одним із шляхів модернізації освітньої системи є питання упровадження в навчальний процес ВНЗ інноваційних педагогічних технік і методів шляхом залучення новітніх інформаційних технологій. На сучасному етапі останні набули нового розвитку. Це пояснюється масовим застосуванням у навчальному процесі персональних комп'ютерів та комп'ютерних систем. Інформатизація освіти являє собою комплекс заходів, пов'язаних із використанням інформаційних засобів та інформаційної продукції. Про необхідність введення в освітнє середовище інноваційних методик на базі нових технологій, в основу яких покладені цілісні моделі навчально-виховного процесу, засновані на діалектичній єдності методології та засобів їх здійснення в цілому, йдеться, зокрема, в роботах О. Торубари, Н. Дудник, О. Брусенцевої, Р. Гуревича, Н. Буги, І. Дичківської. Проте, досі маловивченими залишаються питання застосування інноваційних методів навчання, базованих на новітніх технологіях, у вищих військових закладах, зокрема через специфіку викладання та навчання в ВУЗах даного типу.

Метою роботи є аналіз впровадження у підготовку військових фахівців Національної академії сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного дистанційного навчання на базі платформи «MOODLE», його переваги та недоліки.

Відповідно до вимог сьогодення Міністерством освіти було прийнято Положення про дистанційне навчання, яким визначаються основні засади організації та запровадження такого навчання. Керуючись ним, Міністерство Оборони своїм наказом затвердило Концепцію (далі - Концепція) Дистанційного навчання (ДН) у Збройних Силах, метою якої є «наближення військової освіти до сучасних вимог та перспектив розвитку теорії і практики збройної боротьби». Дана модель покликана забезпечити:

«- виникнення нових можливостей для оновлення змісту навчання та методів викладання дисциплін і поширення знань;

- розширення доступу до навчальних ресурсів, реалізацію можливості навчання без обмежень за просторовою та часовою ознаками, з мінімальним відривом від виконання професійних обов'язків;

- індивідуалізацію навчання»

Відповідно до положень Концепції. Дистанційна форма навчання «... може бути застосованою у поєднанні з очною, заочною формами навчання...», що здійснюється з використанням програмного забезпечення «...для створення, збереження, накопичення та передачі веб-ресурсів, забезпечення авторизованого доступу суб'єктів ДН до цих веб-ресурсів, а також організації навчального процесу і контролю за навчанням через Інтернет та/або локальну мережу.»

Міністерством Оборони для втілення цієї концепції було прийнято рішення впроваджувати ДН на основі платформи «MOODLE». Навчання на базі платформи має ряд переваг.

По-перше, його можна здійснювати віддалено і в зручний для слухача час.

По-друге, тут існує можливість встановлювати чіткі часові рамки для здійснення певних видів діяльності, відслідковувати їх виконання, спонукати до послідовного ознайомлення з матеріалом дисципліни.

По-третє, здійснювати перевірку набутих знань можна як і через написання рефератів, есе, так і за допомогою різноманітних тестів, що сприяє об'єктивності оцінювання.

По-четверте, в нових версіях даної платформи існує можливість встановлення відеоконференції між викладачем та слухачами як для проведення навчання так і для зворотного зв'язку від слухача до викладача.

На даному етапі в НАСВ лише впроваджується та тестується навчання на базі платформи «MOODLE» Міністерства Оборони (глобальної), але цілком можливо використовувати наповнення дисциплін «локальної» (мережі дистанційного навчання в межах території навчальних корпусів Академії) платформи «MOODLE», що впроваджена тут кілька років тому. Специфіка навчання курсанта Академії передбачає систему т.з. нарядів,

тобто його чергування на певних пропускних та інших пунктах. Тому доволі часто слухачі не мають можливості навчатись разом з групою. Таким чином, курсанти надолужують пропущений матеріал, та використовують ресурси цієї платформи для самопідготовки, опрацювання пропущеного матеріалу.

Крім того, дані платформи зручно використовувати з метою об'єктивності оцінювання, оскільки тут можна проводити різного типу тестування, контрольні заходи, зрізи знань.

При викладанні та вивченні дисциплін математичного циклу таких, як вища математика, теоретична механіка та прикладна механіка, опір матеріалів, тощо, всі вище перераховані переваги знаходять місце. Але попри те викають і певні суттєві недоліки.

Перш за все, при роботі з аудиторією в класичний спосіб викладач математики може зрозуміти, чи слухачі сприймають новий матеріал, чи їм потрібно навести додаткові відомості з базового курсу для кращого сприйняття цього матеріалу, а вже при роботі, навіть, в режимі реального часу з слухачами дистанційного курсу таке «відчуття аудиторії» втрачається. По-друге, при онлайн-тестуванні, чи інших формах дистанційного опитування існує більше можливостей до певного роду махінацій з боку слухачів. Тому будь-яку дистанційну форму доцільно поєднувати і з очними формами контролю. Третьою проблемою є неадаптованість систем платформи для зручного введення та конвертації формул та математичних співвідношень, що значно ускладнює викладачеві математичних дисциплін процес наповнення дистанційного курсу.

Загалом, пілотний проект з навчання військових фахівців з використанням платформи дистанційного навчання ЗСУ MOODLE, що здобувають освіту в Академії заочно, стартував. На даному етапі усі його переваги та недоліки, що виникли під час викладання, вищої математики, вказані вище, а повноцінно про його якість можна буде зробити висновки вже восени за результатами сесії.

Використання ж «локальної» мережі MOODLE доволі обмежене рядом технічних особливостей. Зокрема, через певну таємність в Академії користуватись даними ресурсами можна лише з обмеженої захищеної кількості комп'ютерів, доступ до якої, на жаль, мають не усі курсанти. Але вже зараз її використовують для проведення зрізів знань з математики та механіки. Як показує практика, у групах, де був здійснений контроль таким чином, спостерігається різке пожвавлення серед курсантів, виникало зацікавлення питаннями, зав'язувалася дискусія. В результаті слухачі отримували більше інформації, вчилися: аналізувати почутий матеріал, критично мислити, відкидати неважливе; набувати навичок швидко приймати рішення, що є доволі важливою характеристикою військового офіцера.

УДК 378.126
ЗАЛУЧЕННЯ ОНЛАЙН-СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС
ПІДГОТОВКИ ВИКЛАДАЧА МАТЕМАТИКИ ТЕХНІЧНОГО
ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

О.О. Чумак

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Краматорськ
e-mail: chumakelena17@gmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3722-6826>

Описано проблему підготовки сучасного викладача математичних дисциплін для вищої технічної школи в системі вищої педагогічної та класичної освіти. Проаналізовано сучасні наукові дослідження орієнтовані на підготовку висококваліфікованого викладача математики.

The problem of training a modern teacher of mathematical disciplines for a higher technical school in the system of higher pedagogical and classical education is described in the work. Modern scientific research focused on the training of highly skilled mathematics teacher are analyzed.

Розвиток глобальної освіти людства спонукає до модернізації освітньої галузі. Так, за останні декілька років хвиля реформ вищої освіти торкнулась багатьох передових країн світу, зокрема США, Великобританії, країн Європи, Пакистану, Тайвані, Китаю тощо. Однією з актуальних міжнародних проблем є нестача висококваліфікованих викладачів математики. Україна не є виключенням. Підготовка сучасних викладачів математики для українських закладів вищої технічної освіти (ЗВТО) відбувається в умовах магістратури. Проте магістранти, що отримують диплом за спеціальністю 014 Середня освіта (математика), скаржаться на недостатню підготовленість до викладання математичних дисциплін саме в технічній школі. Одним із шляхів покращання навчання магістрантів може бути створення освітньої платформи.

Проблемам підготовки викладачів закладів вищої освіти (ЗВО) присвячено роботи багатьох вчених, зокрема М. Ажар і М. М. Каяні [3], А. Такер, Е. Берроуз, А. Ходж [6] та інші. Більшість із них наголошують на необхідності здійснення освітніх змін та розробці нових шляхів професійно педагогічної підготовки сучасного викладача. Учені відмічають брак знань у деяких викладачів стосовно того, як заохотити студентів до навчання.

З цим погоджуються й українські вчені М. Васильєва-Халатнікова [1], О. Євсюков [2], які виокремлюють основні недоліки у підготовці педагогічних кадрів для ЗВТО. Науковці вказують на брак системи педагогічних, психологічних, методичних знань, що можуть допомогти опанувати викладацьку професію. Крім того, автори наголошують на необхідності врахування відмінностей процесів підготовки викладача

математики для ЗВТО та класичного викладача математики. Ця відмінність обумовлюється особливостями викладання математики та її практичного змісту майбутнім фахівцям технічної галузі.

У зв'язку з цим, деякі автори [4] підкреслюють важливість застосування дослідницьких проектів, та залучення проектних завдань з математики під час навчання студентів технічних спеціальностей. Не викликає сумніву, що саме проекти надають студенту розуміння того, навіщо вивчається курс математики у вищій технічній школі. Учені обґрунтовують доцільність вільного доступу магістра та викладача математики ЗВТО до методик використання проектів з математики. За словами Д. Саба [5], це може бути досягнуто через навчальні платформи.

Ця думка відповідає результатам аналізу багатьох сучасних досліджень з проблем покращення організації зв'язку між викладачем і студентом, удосконалення незалежного і персоналізованого навчання, підвищення якості та асортименту ресурсів, удосконалення моніторингу навчання та викладання. Науковці вказують на необхідність розробки та розповсюдження цифрових навчальних ресурсів, зокрема Web платформ, для викладачів математики вищої школи. Використання таких засобів має суттєві переваги та сприяє підвищенню якості підготовки викладачів щодо викладання математики студентам технічних спеціальностей.

Література

1. Васильєва-Халатникова М. (2015). Особливості підготовки викладача до навчального заняття зі студентами вищого навчального закладу. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Педагогіка*. 2(2), 16-19.
2. Євсюков О. (2014). Формування професійно-педагогічної компетентності майбутніх викладачів вищих аграрних навчальних закладів. *Новий Колегіум. № 1*. 48-53.
3. Azhar M., Kayani, M. M. 2017. Study of the impact of training of novice teachers in the context of transformative learning in Punjab, Pakistan. *Advanced Education*, Issue 8, 84-91.
4. Cetinkaya B., Kertil M., Erbas A. K., Korkmaz H., Alacaci C., Cakiroglu E. 2016. Pre-service Teachers' Developing Conceptions about the Nature and Pedagogy of Mathematical Modeling in the Context of a Mathematical Modeling Course. *Mathematical Thinking and Learning*. Volume 18, Issue 4. p. 287-314.
5. Saba D., 2017. Top 50 Teacher Websites for Seriously Dedicated Educators. Teachers of tomorrow. Retrieved January 21 2019 <https://www.teachersoftomorrow.org/blog/insights/teacher-websites>
6. Tucker A., Burroughs E., Hodge A. 2019. A Professional Program for Preparing Future High School Mathematics Teachers. Retrieved January 24 2019 <https://www.maa.org/sites/default/files/HighSchoolMathematicsTeachersPASGReport.pdf>

UDC 378.147:51

**IMPORTANCE OF MATHEMATICS FOR INFORMATION
TECHNOLOGY SPECIALISTS**

I.K. Asmykovich¹, O.A. Arhipenko²

¹Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

e-mail: asmik@tut.by

²Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

e-mail: holly.archipenko@gmail.com

Here's what? Thought the role of a dream are played,
Metal gave her empty relief
The meaning is where the snakes are integral
Between numbers and letters, between d and f!
V. Bryusov

Відзначено сучасний стан готовності школярів до вивчення математики в університеті. Показана необхідність зміни програми з математики для фахівців з інформаційних технологій та можливості використання електронного навчання. Вказано на необхідність науково-дослідної роботи студентів молодших курсів університету.

The current state of schoolchildren readiness to study mathematics at the university is noted. The necessity of changing the program in mathematics for specialists in information technology and the possibility of using e-learning is shown. The need for research work of undergraduate students of the university is indicated.

The attitude to the basic sciences does not always gradually change in the best direction worldwide as well as in Belarus in 21th century [1]. On the one hand, they say at various levels that they are necessary for real life in the century of computer technology and artificial intelligence, on the other hand, they reduce the amount of teaching periods and even duration of education in school in these subjects. In addition, almost no one considers the proofs of theorems, constructions of geometric figures in mathematics classes in high school classes. In the same time, they teach the technique of doing tests, or, even worse, the ability to guess the right answer. It is clear that the goal of technical universities is to provide the educational needs of each student with a focus on forming their professional culture. But instead of competition of school-leavers for the place in universities we face to competition of universities for applicants in recent decades. Therefore, there are a large number of students of technical specialties, especially freshmen, whose development of knowledge in the basic sciences are rather small. It should be noted that plenty of time of mathematics teachers are spent on the training of these students. We can agree that the program in mathematics for students of new specialties, in particular, in information technology, needs to be changed. In this case, one should hardly be carried away with abstract

constructions of the type [3], but one should consider those sections that are necessary for practical applications. It is necessary to pay much more attention to discrete mathematics, number theory, elements of algebra and we should remove multiple and curvilinear integrals, field theory, partial differential equations from the program. But at the same time, it is necessary to understand that mathematics is not only a set of some information and rules, but mainly a style of thinking. And this is very difficult to teach in context of e-learning. At present, electronic educational and methodological complexes in almost all sections of higher mathematics have been developed and available online, but how many students are able to use them wisely.

The study of mathematics requires a sufficiently deep and long reflection on the basic concepts and their interrelations [2]. It involves the implementation of a large number of specific tasks on the basic methods for bringing the skills to solve them to a certain degree of automatism. Consequently, work with a teacher and individual work [5] on the study of the basic sciences remains the main choice. One of the features of training engineers in mathematics at a technical university is not just a competent and accessible presentation of the course of mathematics, but also the creation of conditions to independent and in-depth study of various sections of modern applied mathematics [2, 5 - 7]. Of course, the principle of “10 reasons why distance courses (MOOC) are evil” [8] can hardly be fully agreed. However, a number of the thoughts stated there has a right to exist and must be taken into account.

One of the old principles of IBM is relevant, that the machine should work, and the person should think.

In the 21st century, robots will take over the majority of routine operations in production. There will be sharp need for an engineer who will create a new technique and technology. Training for such an engineer is impossible without attracting good students to academic and scientific research as early as possible [4, 5]. Such students need to pay more attention when studying the basic sciences, to develop their abilities. This often fails in reality. Students capable of scientific work should be found as early as possible. It is clear that there will not be many such students. But perhaps a lot of them are not necessary. Scientific work is never required lots of people.

As previously noted, at present there are few students in technical universities who understand the essence and principles of mathematical methods well. But in the past too. Good students should understand the possibilities of applying mathematical methods in their future specialty, and not be simply coders of there.

Information technology is very useful for good students interested in the quality of their education. Such students independently or with the help of a teacher familiarize themselves with new developments in the application of applied mathematical packages and use them in their work [4-7]. These students can use applications of mathematics, for example, number theory [7],

optimization methods and probability theory, the theory of solving linear systems over finite fields and their applications in cryptography [6]. The teacher can remotely give advice on the solutions, explain mathematical concepts, help analyze obtained results and make recommendations for further research.

Conclusion. The value and meaning of the epigraph have not been lost for centuries, for as Galileo Galilei said, “The book of nature is written in the language of mathematics”.

References

1. Medvedeva N.A. Reforms in higher education - who is answer for the consequences? // Mathematics in higher education, 2016, №14, P. 43-46.
2. Asmykovich I.K., Borkovskaya I.M., Pyzhkova O.N. Methodical articles on teaching mathematics in universities. Reflections on new technologies of teaching mathematics in universities and their possible efficiency // Deutschland LAP, Lambert Academic Publishing, 2016, 57 p.
3. Dimitrienko Yu.I., Gubareva E.A. New scientific and methodological model of the mathematical training of engineers // International Journal of Experimental Education 2017, №11, P. 5-10.
4. Asmykovich I.K. Organization of scientific research work in mathematics for students who study well // Scientific Newsletter of the Flight Academy. Series of pedagogical sciences: Sb. sciences etc. / [red. T.S. Plachinda (Chief Ed.) and others.]. – Kropivnitsky: KLA, NAU, 2018, issue 3, P. 234-239.
5. Asmykovich I.K. Experience in the organization of work on the application of mathematics by students of a technical university // Scientific activity as a way of forming professional competencies of a future specialist (NPC-2018): materials of the International Scientific and Practical Conference, December 6-7, 2018, Sumy; in 2 parts. – Sumy FLP Tsema S.P., 2018. – Part 2. – P. 110-111.
6. Kovalevich D.A., Lashkevich E.M. The separation of the secret according to the scheme of Asmut-Bloom // Youth science in the context of socio-economic development of the country: a collection of abstracts of participants' reports. Student Student Internet Conference, Cherkasy, December 5, 2017. – Cherkasy: Eastern European University of Economics and Management, 2017. – P. 211-215.
7. Alekseev M.E. The use of modular arithmetic in cryptography // 69th scientific and technical conf. students and undergraduates: a coll. of scientific. works: in 4 parts – Minsk: BSTU, 2018. – Part 4., – P. 289-292.
8. 10 reasons why distance courses (MOOC) are evil [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.paramult.ru/node/312> – Access date: 04/15/2019.

UDC 378.147

**THE METHODOICAL ASPECTS OF TEACHING MATH IN A
TECHNICAL UNIVERSITY**

Litvinenko Z.

DSEA, Kramatorsk

У цій статті, я демонструю нову та кращу версію математичної та загальної освіти, засновану на моєму особистому досвіді, але, нажаль, не засновану на великій кількості моїх власних емпіричних даних через нестачі можливості, часу та ресурсів для їх отримання, також посилаюся на досвід людей, яких я і багато інших у науковій сфері поважають, наприклад, Salman Khan. Я залишаю читачам самим довести чи спростувати щось, про що я говорю в цій статті, але я вважаю дуже важливим, щоб її розглянуло якнайбільше людей.

In this article, I demonstrate a new and a better version mathematical and general education, based on my personal experience, but, unfortunately, not based on a lot of my own empirical data because of lack of opportunity, time and resources to do that, also I reference people I and many others in the science field respect, like Salman Khan. I leave that to the readers themselves to prove or disprove anything that I am talking about in this article, but I find it important to be reviewed by as many people as it is possible.

I wasn't the best student in our class in the school I was attending as a kid. In fact, I wasn't even a good one. I remember school being dull in a way. The grown up people forget about bad aspects of school education in our country and start to think that they or the others that didn't get a good place in life weren't studying hard enough. But the roots of all problems of our country come from the way we educate and the way we do not educate our children.

I wasn't a bad-ass, I was rather the one that didn't want to get into troubles, but I was still getting them. Sometimes my classmates disrupted classes and were so loud in front of me that I couldn't hear the teacher. In fact, I am near-sighted but afraid of glasses and therefore sometimes I couldn't see the blackboard so well but I would rather be silent about it.

I remember the textbooks! We had a ton of them. Like, ≥ 11 . They were written so much boring that if you wanted to scare off every single child from studying science, you would not be able to find a more precious way! Thus, if during the first 3 grades I had the desire to read some of them, by 5th grade and till the very end of my school education I did not open most of them when I was at home. I did my homework just because I did not want to unsettle my parents and I did it when I could on the break time right before the lesson, sometimes just copying from my friends.

The education system killed my attitude, even though still I said to myself that I love science, I love math. But when I arrived at all of the problems and the explanations in the textbooks, I was saddened and pushed off from my true natural interest in this world's nature. With what I had, my motivation was killed, I got a big black hole in my mind that sucked out everything I tried to push into my head about math.

By the end of 8th grade, I got so many things based on the previous things that I did not understand well (in fact, I was not alone in this), that once I graduated from my school, everything in my mathematical thinking fell apart like a card house.

Now all I could rely on was most basic facts and everything else I did not understand, or skipped in school due to some reason, I gave up.

And it doesn't matter how hard you try, it's unfair to blame me for that, I was a victim to this ugly and a very unnatural system, halfway transitioned from medieval times to modern civilized world culture.

But the spark of my interest did not let my ember die. Once I graduated from my school, I attended a vocational school and spent 3 years there, now thinking about it, it was just a way to waste my time.

So my mathematical card house fell apart, but after I realized, that as a programmer, I really need it, I was going to build an another one using internet as my educator. So, I'm not proud of wasting 2 years trying to find a good resource explaining me everything from school program and ahead, but everything was as dry and difficult to read for someone as stupid as I was back then. My mistake was that I was searching in Russian!

Solution. Luckily, by the time I got my English skill to a certain point when I could understand at least 30% of what it was saying and understand pretty much 60% of written English without using a vocabulary way too often and that is what I can be proud of, even though it's a bit different story and it doesn't belong here.

So, one day I met a video from khanacademy.org on line function slopes and I fell in love. This was exactly what I was searching for, exactly what I was expecting to find and I am in love with it now and I'm going to be in love with it for the rest of my life, slowly exploring the areas of science that are of interest to me on khanacademy.org.

Khan Academy is a non-profit educational organization created in 2008 by Salman Khan with the goal of creating a set of online tools that help educate students. The organization produces short lessons in the form of videos (~10 mins per video). Its website also includes supplementary practice exercises and materials for educators. All resources are available to users of the website. The

website and its content are provided mainly in English, but is also available in other languages including Spanish, Portuguese, Hebrew, Italian, Russian, Chinese, Turkish, French, Bengali, Hindi, Georgian and German.

For the next 4 years I graduated from the vocational school and entered engineering college while continuing to explore math on KhanAcademy.

Later I graduated the college and entered DSEA last summer. Thanks to the years of rebuilding my card house using KhanAcademy, now I get A on most math related subjects.

I wish everyone would have access to khanacademy.org and it would become an official replacement for textbooks at least on the topics of mathematics in my country.

But here's the problem. I find myself exceptional. Most of my friends and mates and just people I know, and colleagues, they stayed with a card house which fell apart, long long ago. They are not able to appreciate the beauty of math and science, and they are not able to appreciate how KhanAcademy is a game changer in education. Their dreams were crushed by the education system in my country, and pieces of logic that it tried to engrave in our minds scattered all across their minds.

And all of that because most of people in my country don't have a decent English skill to actually try and use khanacademy.org like me. And... They don't think they even need it!

Well, the only way I see to be able to influence the current educational issue is to make some drastic changes to the way we teach!

The problem I see with the current is that every person graduated from an average Ukrainian school has some huge gaps in their education, here or there. When you put them all together into a 1 lecture hall, and give everyone same number of years to become a professional, you're going to get some part of children failing the first year, because they had such huge gaps that they couldn't survive the current system, the other part is going to pass by mechanically memorizing everything, not being able to gather a general and deep understanding of the subject, and the last part, and the smallest group of people (usually 1-2 per group), the smartest ones will make their way through the system and learn something (even though they could learn much more with a more proper system), eventually becoming a professional.

So, this system educates on average 1 to 2 of the smartest people per group to a proper level, and pretty much everyone else won't have any desire to work by their specialty, nor they will be able to.

This is not what we need. Let's set our goals:

1. We want to maximize the amount of truly educated people. This

will benefit to everybody and everyone in our country. Current educational system as it is doesn't contribute to it at all.

2. We want to maximize the quality and completeness of our education.

3. We want to get rid of pure memorization of anything. Just think through all the educational programme and remove all the elements that inspire pure memorization.

4. We want to teach students logic and tools, not formulas. We need all our students to be able to solve real problems even if they never encountered them before, but using the tools we teach, they should be able to derive any formulas and solve them, problems.

5. We want education to never be dull to anyone and we are going to do every single thing, all we can to avoid it.

6. We want people with huge gaps in their education like I had to be able to make their way through and become specialists as good as the smartest and most attentive students in the group without searching for external tools.

What tools do we have to do that? Writing good textbooks? Well, during the modern age of technology, we have much better means which are much more comfortable for the modern generation. Here comes the reason for this talk, I want to suggest something.

Please, if you haven't already, try using [khanacademy.org](https://www.khanacademy.org) for some time. I bet, you'll definitely find something you're not acquainted with in one of the sections and disciplines whoever you are!

The way it is made is they hired the world's best educators to teach you and guide through the halls and mazes of science. Almost all areas of it. Actually, not only science!

Shall we do the same thing?

What if we took a small budget in terms of the biggest European country, hired the best of the best people to make a bunch of educational math videos in Ukrainian, taking a good example of KhanAcademy and making a national free educational platform, gradually adding to it more and more?

First, I'd like to mention that we're currently spending on educating people way more than we would spend if we used a national online platform with the best teachers in our country. This helps us reduce the amount of teachers we need in all educational institutes and plan time more efficiently education-wise.

Second, that would mean, students will be studying at home, and going to our educational institutes as they go into a lab to experiment. They won't feel imprisoned in the walls of a university and manage their time more freely.

Just take a look at the *Image 1*:



Image 1. Student's activity graph on KhanAcademy for a teacher to monitor

Imagine the possibilities that are opening. Imagine coming to a class as a teacher and instead of monotonously telling your lecture, expecting students to silently listen and sit still, instead of that, you already know your students' progress on things and you see students communicating on the topics of your subject [2][3].

Yes, if built correctly, such a platform could encourage and inspire students to learn themselves, and even compete!

And you can let the most successful students teach the least successful, so your role as a teacher will be to give hints and answer questions (of course the best practice would be to encourage other successful students answer them, since it is less stressful to be denied by a groupmate than a teacher). Also answering questions in a new system should be remade from scratch[1].

In the United States, there are at least a few schools working based off that principle, using KhanAcademy as the basis [2][3].

Okay, let's take a more detailed look at the Khan Academy platform itself. Here's a piece of my profile (Image 2):

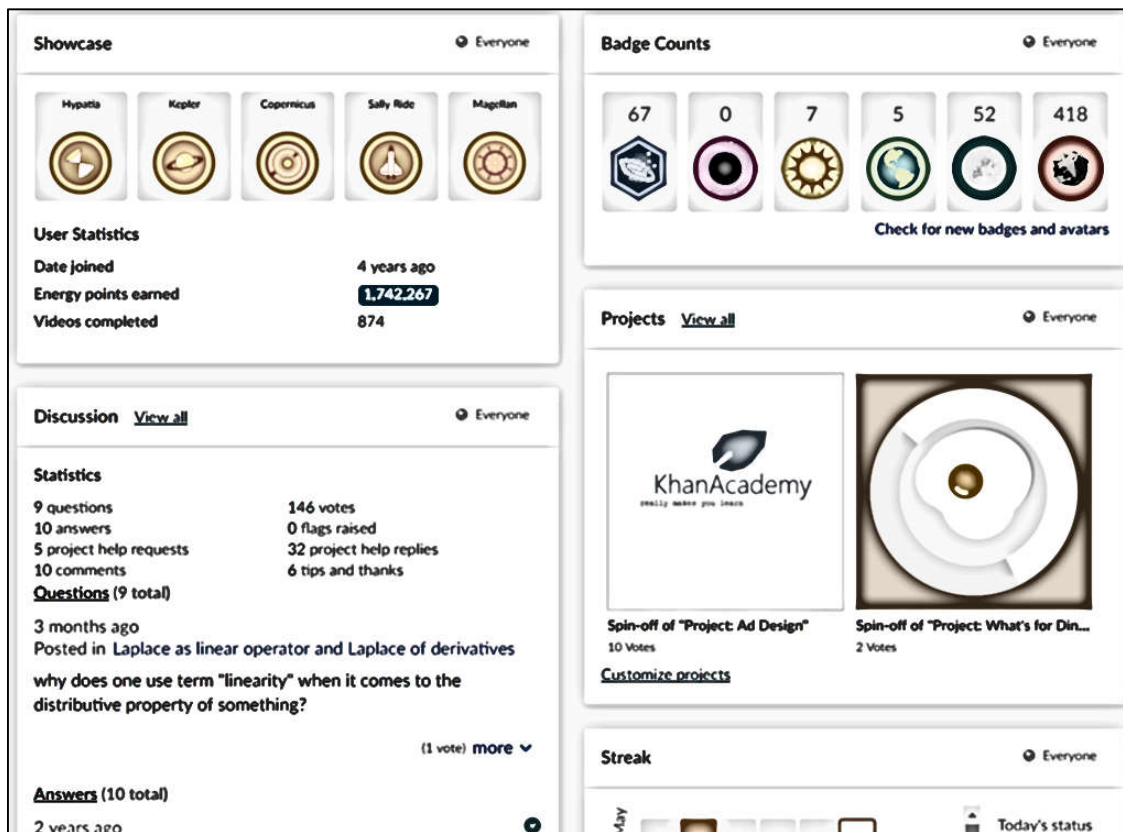


Image 2. My profile on KhanAcademy

On the right I have the counter of my badges which are given as certain achievements, like “Watch 30 minutes of a video on a single topic” or “Earn 1 million points”, or “Collect at least 3 thumbs up on your answer”.

By watching videos or doing practice exercises, you earn something called energy points, a total amount of which on your profile shows how engaged you are into learning new things and therefore, encourages you to learn more together with the badges that you earn for certain achievements.

All disciplines are split into subsections, each subsection consists of some amount of playlists on a different topic. Each playlist consists of videos, articles and practice exercises, each besides practice exercises supplemented by the questions section, where students ask and answer each other's questions, and sometimes a video author's answering them too.

On the *Image 3* you can see the playlist on the left, and a video on the right. Each video has English subtitles by default and a transcript below that you can check, so that everything that a teacher is saying is clear enough.

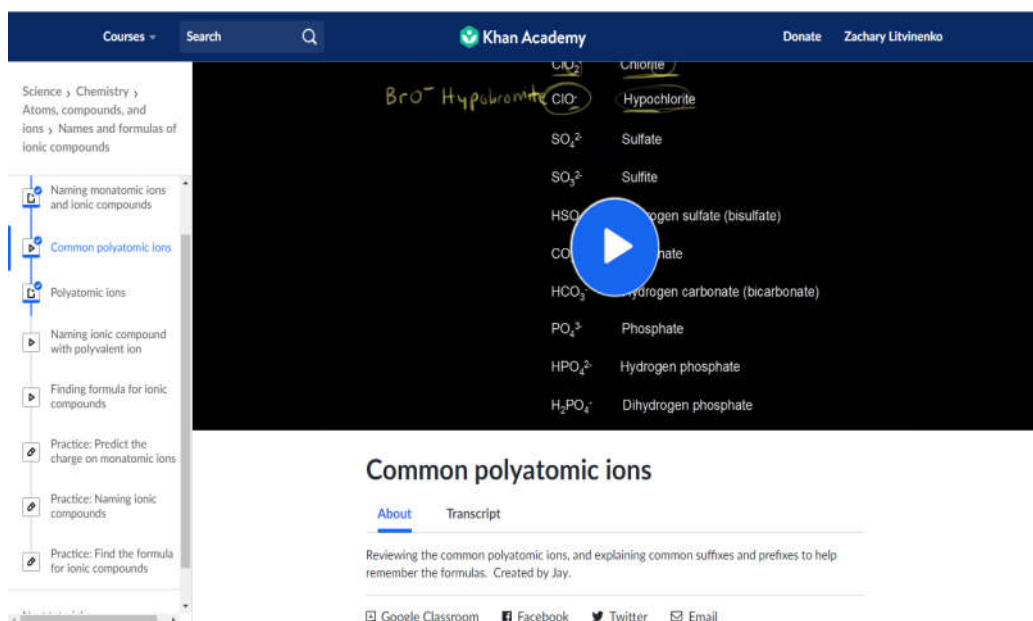


Image 3. Lesson page (video)

Next, on the *Image 4*, you can see the “Questions” section, where you can post your question related to the topic, up-vote a good question or down-vote a bad question, or answer one of the questions that are yet unanswered, also you can up-vote a good answer and down-vote a bad answer.

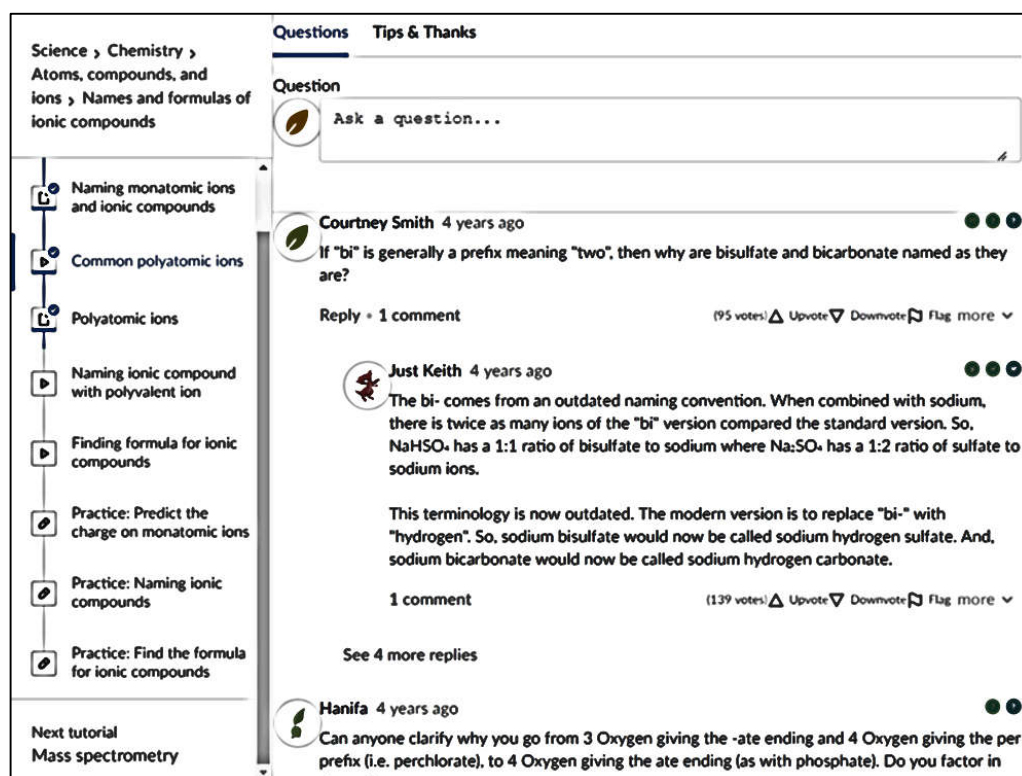


Image 4. Questions section

The most interesting questions pop up to the top like bubbles when people up-vote them.

Everything on the website has a modern and appealing look, including the quality of videos themselves, and audio.

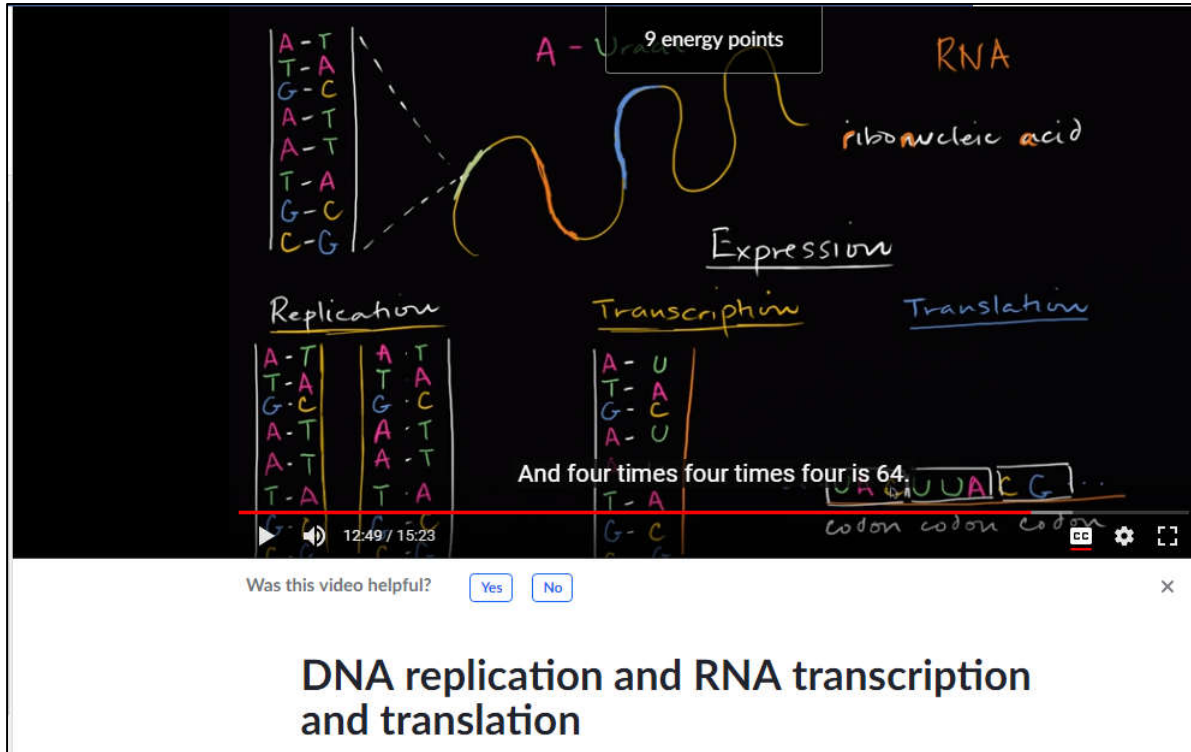


Image 5. An illustration of DNA replication by Salman Khan

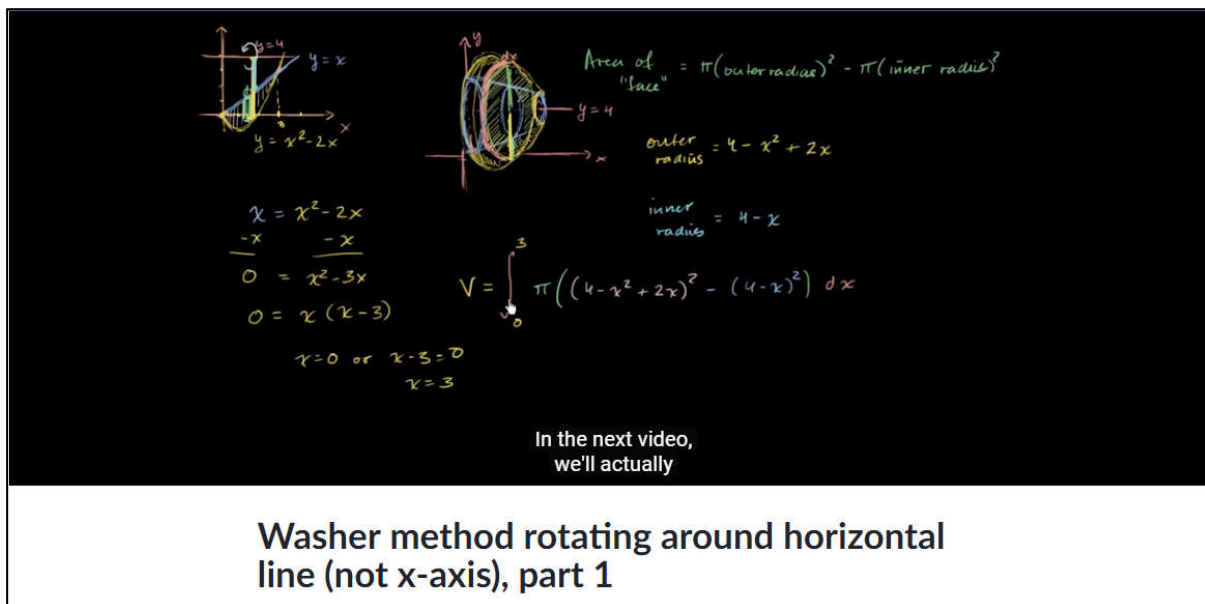


Image 6. Illustration of some more complicated problem in integrals

As you can see, everything is properly color coded with a set of colors complementing each other, which makes it look even to people who are unfamiliar with this business rather appealing and clear than disturbing.

Now let's distract from universities back to schools and let's take a look at the face of math textbooks on the *Image 7*.



Image 7. Scary math text book covers for primary school

Is there a rule, which states a math textbook for a primary school student requires looking retarded? Is there a reason, why we hire such terrible artists and designers to cover our books?

I want to remind you, we want to inspire children, not cause their disgust! “And why is that important?”, you would ask.

“The previous study, manipulating the color of, or labeling information associated with, foods and beverages has shown that each of these factors can significantly influence perceptual and preferential responses to them.” [7]

Just imagine, how an attractive book cover or a nice looking website makes us love things or cause the desire to close them or throw away as soon as possible! This is no exaggeration.

This is way more than just important. Let me give you some examples of textbook covers that I find appropriate (since I gave examples for first grades, I'll also do that here, but you can extrapolate the idea since there are so many bad examples of book covers for all grades and basically everything) on the *Image 8* and the *Image 9*.

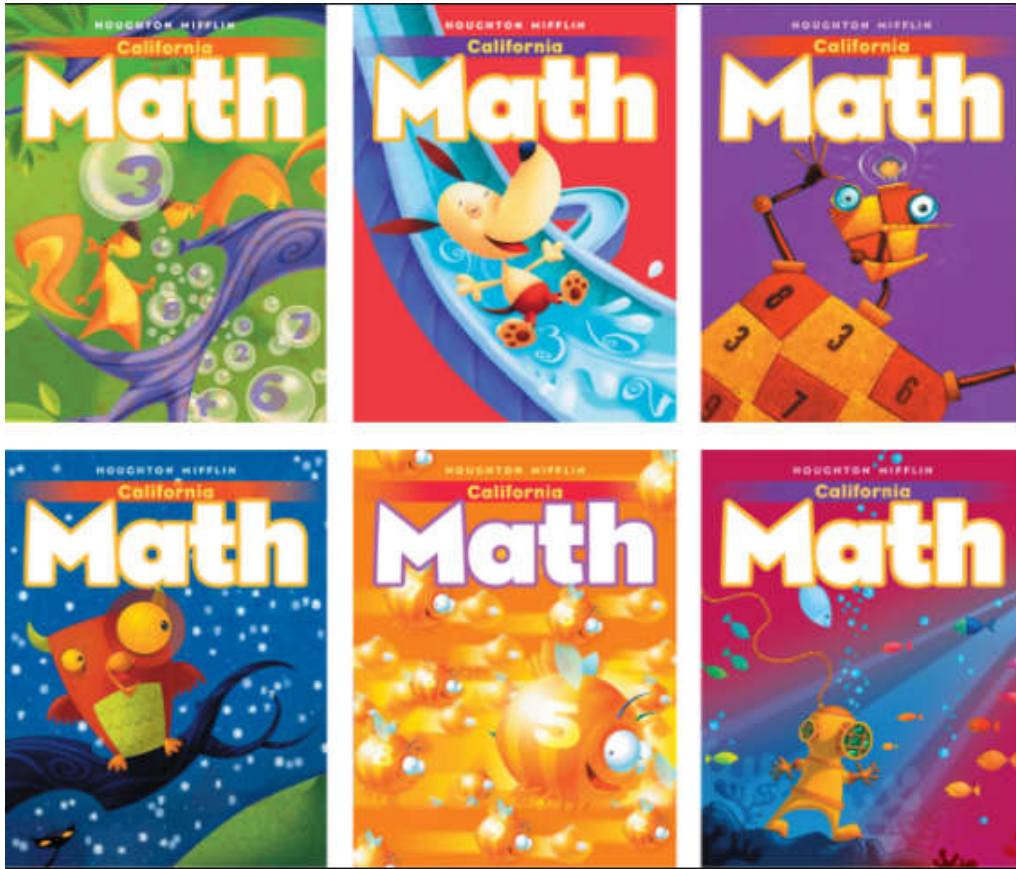


Image 8. Set of Houghton Hifflin Math book cover ideas, looking in a way attractive

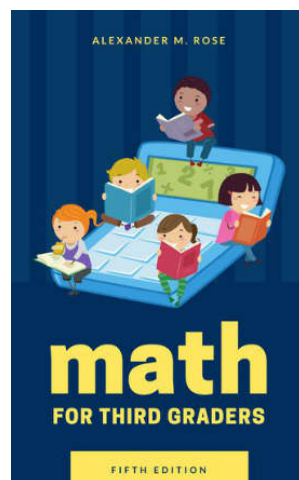


Image 9. Properly designed Math for third graders textbook cover

Do you want to see some more examples of good textbooks and good, appealing illustrations? Check Kurzgesagt^[4] and *Image 10*.



Image 10. A screenshot from a Kurzgesagt's video about bacteriophages

Of course I'm not talking about just making covers gay and everything else should stay same as before, not in any case! But I'm just showing that we need to at least develop a proper design code for our textbooks based on the best examples and choices and ideas and common sense. Starting from book covers and ending with all the contents.

About contents, please, check out this Richard Feynman's quote from his book "Surely You're Joking, Mr. Feynman!" regarding education in Brazil in Resource #8. It describes every single issue we have with our school[8].

Switching part of the book contents into video format available on our national platform will make them thin, convenient to use and readable like a crib for everything you needed to memorize before, to now use on tests and even after graduating.

Welcome to a new, better version of a school or/and a university of XXI century.

Conclusion

Let's sum up some of the points I made:

- 1) We NEED a free national platform with most talented teachers all over the country making videos.
- 2) We NEED to seriously consider design and visual design and pay enough money to professionals, pay enough attention to it.
- 3) We NEED to give our students enough time depending on their

knowledge gaps and never hurry them if they're not ready to move on. Deep understanding takes time and it's okay to be confused and have mistakes in your understanding, making mistakes is the first step on your way to actual understanding anything[1].

4) We NEED to reconsider student-teacher relationship[1].

5) We NEED to completely discourage pure memorization for several and huge reasons.

6) A knowledge or a set of facts cannot be boring to anyone, it's only those people who present it can be boring, extremely boring or just terrible! The way you present things in terms of design, visual appeal and your own excitement is what makes things boring or extremely exciting.

7) We can't leave things as they are now if we don't want our education to slowly degrade to a point of no-return. Everyone of us, who can see those issues and problems should try and address them and fight for the stated points one finds most important while it's not too late, engage other people into it.

8) We need to refactor every single thing in education program to seem fascinating, interesting, and make students desire to try their experiments to touch and experience the nature themselves (See the Richard Feynman's quote [8]).

References

1. "Five Principles of Extraordinary Math Teaching" TED talk by Dan Finkel: <https://www.youtube.com/watch?v=ytVneQUA5-c>
2. "Let's use video to reinvent education" TED talk by Salman Khan, founder of Khan Academy: <https://www.youtube.com/watch?v=nTFEUusdhfs>
3. "Let's teach for mastery, not test scores" TED talk by Salman Khan, founder of Khan Academy: <https://www.youtube.com/watch?v=-MTRxRO5SRA>
4. "Kurzesagt – In a Nutshell" one of the most popular YouTube popular science channels: <https://www.youtube.com/user/Kurzesagt>
5. KhanAcademy [Электронный ресурс] // Wikipedia. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Khan_Academy.
6. Khan Academy, the educational platform website: <http://khanacademy.org/>
7. The Influence of Color and Label Information on Flavor Perception [Электронный ресурс] / M. U.Shunkar, C. A. Levitan, J. Prescott, C. Spence // Springer. – 2009. – Режим доступа до ресурсу: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12078-009-9046-4>.
8. Richard Feynman on education in Brazil(Quote from "Surely You're Joking, Mr. Feynman") [Электронный ресурс] / R. Feynman <http://v.cx/2010/04/feynman-brazil-education>

UDK 372.851

**VISUAL MODELING IN INNOVATIVE EDUCATIONAL
TECHNOLOGIES**

N.A. Moiseeva

Belarusian State University, Minsk
e-mail: VoronkinaNA@bsu.by

The article analyzes innovative educational technologies and focuses on their integration. The didactic potential of any innovative educational technology is more clearly revealed through the method of visual modeling.

У статті проаналізовано інноваційні освітні технології та акцентовано їх інтеграцію. Дидактичний потенціал будь якої інноваційної освітньої технології більш чітко виявляється за допомогою методу візуального моделювання.

The priority direction of education in the Republic of Belarus is “the creation of the necessary conditions for satisfying the needs of the individual in education, the needs of society and the state in the formation of the personality” [1], provided to a greater extent by the use of innovative educational technologies. Innovative educational technologies are the means of organizing the learning process for the implementation, manifestation and formation of students' logical skills and the development of critical thinking.

Innovative processes in education have an objective character, corresponding to the essential nature and laws of development of man and society, which determines their humanistic nature. The main pattern of development of these processes is their continuity. The more favorable conditions a student receives for his personal, professional development and self-realization, the more successfully a specialist is formed in the public interest.

The personal meaning of innovative educational technologies consists in creating conditions for the development of a student's creative potential and building on this basis a basis for a successful career and self-identification. The social meaning of innovative educational technologies is to create favorable conditions for the preparation of a competitive specialist.

The innovative educational technologies of teaching mathematics include: project method; context learning technology; problem learning technology; modular learning technology; technology to develop critical thinking and much more.

In addition, each of these technologies has an inexhaustible potential of interactive methods and techniques. The integration of educational technologies expands their didactic possibilities, since the methodological components of different technologies can be combined and supplemented by the diversity and variability of others.

At the methodological level, any technology, including innovative educational technology, is a system of techniques and strategies that combine the techniques and methods of educational work on the types of educational activities, regardless of the specific content. Innovative educational technology can be considered integrative, it summarizes the developments of many technologies: it provides the development of critical thinking, and the formation of communication skills, and the development of independent work skills.

I would like to emphasize that none of the above technologies will be complete if not supplemented by modern information and communication training technologies that speed up the process of perceiving new material and save time on performing mathematical calculations, as well as allow visualizing all stages of solving mathematical problems. Using the visual modeling method (plotting graphs, diagrams, charts) allows you to perform a visual representation of the studied mathematical objects, which contributes to a better understanding of the material being studied [2].

For example, graphical solution of the equation is clearer to carry out by visualizing the stages of constructing graphs of two functions. Another example is to construct a triangle defined by the coordinates of the vertices, to determine the location of the point with the given coordinates (fig. 1).

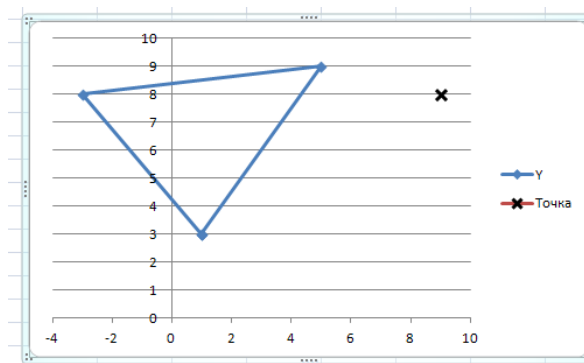


Fig. 1. Point location visualization

The use of information technologies in the process of mathematical preparation makes it possible to improve the methods of teaching mathematics in close connection with computer science and information and communication technologies, allowing visualization of educational information, modeling of objects under study and experimental observation of their properties, illustration of the dynamics of the processes and phenomena being studied [3, 4].

In the conditions of the information society, the most promising is the combination of traditional and interactive forms, methods and means of education, since this combination allows you to effectively implement learning, developmental and applied learning functions in their interconnection, which increases the motivation of learning and the level of learning of students.

The quality of education is largely determined by the ability to use

information and communication technologies as a tool in training and professional work, so visual modeling can be considered as a tool that, first of all,

- contributes to the expansion, deepening and concretization of knowledge;
- develops the ability to analyze, structure, process and visualize information;
- contributes to the development of critical thinking and visual thinking.

Visual modeling allows us to solve fundamentally new didactic problems, and its application will increase the motivation for studying mathematics. Teaching math using visual modeling using information technologies will not lead to one hundred percent learning, but will improve the quality and effectiveness of education, and as a result will lead to a better understanding of its methods and more frequent and conscious use of them in future professional activities.

References

1. Кодекс Республики Беларусь об образовании [Электронный ресурс] : 4 января 2014 г., № 126-3 : принят Палатой представителей 2 декабря 2010 г. : одобрен Советом Респ. 22 декабря 2010 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 18.07.2014 // ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2014.
2. Велько О. А. Математика и информатика для студентов гуманитарных специальностей: возможности междисциплинарного синтеза / О.А. Велько, Н.А. Моисеева // Математика у технічному університеті ХХІ сторіччя: дистанційна Всеукраїнська наукова конференція, Донбаська державна машинобудівна академія, 15–16 травня 2017 р. [Электронный ре-сурс]. – Краматорськ, 2017. – Режим доступа: <http://www.dgma.donetsk.ua/mkonf-2017-dopovidy-it.html>. – Дата доступа: 20.05.2017.
3. Плащинский П. В. Взаимная интеграция курсов математики и информатики на географическом факультете / П.В. Плащинский, Н.А. Воронкина // Медико-социальная экология личности: состояние и перспективы: материалы XII междунар. конф., Минск, 11–12 апреля, 2014 г. / БГУ. – Минск, 2014. – С. 484–486.
4. Информационные технологии : электронный учебно-методический комплекс для специальности 1-86 01 01 «Социальная работа (по направлениям)» / О. А. Велько, Н. А. Моисеева ; БГУ, Механико-математический фак., Каф. общей математики и информатики. – Минск : БГУ, 2019. – 153 с. : ил. – Библиогр.: с. 152–153. [Электронный ресурс] / Белорусский государственный университет. – Минск, 2019. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/216079>. – Дата доступа: 05.03.2019.
5. Воронкина Н. А. Развитие системного мышления средствами компьютерного моделирования в рамках курса «Основы информатики» для студентов географов / Н. А. Воронкина, С. В. Демьянко // Новітні комп'ютерні технології: матеріали ІХ Міжнарод. науч. конф., Київ–Севастополь, 13–16 вересня, 2011 р. / Міністерство регіонального розвитку та будівництва України – Київ, 2011. – С. 153–154.

UDK 681.3.06
APPLICATION OF LOGICAL FUNCTIONS EXCEL FOR EXAMPLE
OF RELAY-CONTACT SCHEME

N.P. Seleznova¹, N.V. Polishchuk²

¹National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv
e-mail: nvpolinv@gmail.com

²National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv
e-mail: nadijasel@gmail.com

It is necessary use of logical functions in the computer lessons. The description of these functions in the literature is incomprehensible to students. The proposed article is devoted description of these functions in environment Excel and demonstrating this on various examples.

The use of logical functions is necessary during computer lessons on higher mathematics, probability theory, mathematical statistics and other disciplines, while performing practical tasks in Excel [1 – 3]. The practice of conducting such lessons with students has shown that the application of logical functions in educational tasks is rather complicated. Unfortunately, the description of logical functions in the special literature is in many cases incomprehensible to students. The proposed article is devoted to more thorough description of these functions and features of their use in the integrated environment Excel, demonstrating their application on various examples. The following Excel logical functions are considered: AND; OR; NOT, IF. Two examples this functions usage are given:

1. Check de Morgan's laws in Excel with the OR, AND, NOT functions:
 $\overline{x + y} = \overline{x} \overline{y}$; $\overline{x \cdot y} = \overline{x} + \overline{y}$.

2. The relay-contact scheme is set. Determine the presence of a signal at the output, depending on the state of windings.

For the second problem we propose the simplest model which does not take into account the fact that a signal at the output relays depends not only on the state of the relay, but also the status of other circuit elements and construction of the circuit. Therefore, this model is valid only in the context of the scheme as a whole. As for the signal to individual elements, it does not always give correct results. Each step of solving these problems is presented by corresponding screenshots.

References

1. Kotsarenko V.A. Engineering calculations in the environment Excel. Laboratory course workshop «Computational Mathematics and Programming» / V.A. Kotsarenko, V.A. Ivanov, L.V. Solovey // Kharkiv: NTU «KhPI» – 2015. – 88 p. (http://web.kpi.kharkov.ua/itpa/wp-content/uploads/sites/45/2017/03/Uchebnoe_posoby_e_EXCEL.pdf)
2. Lychtarnikov L.M. The first acquaintance with mathematical logic / L.M. Lychtarnikov // «Lan», St. Petersburg – 1997. – 107 p.
3. <https://excel2.ru/articles/funkciya-esli-v-ms-excel-esli>

UDK 372.851
OPEN TYPE TASKS AS A MEANS TO ACTIVATE STUDENTS'
CREATIVE ACTIVITY

O.A. Velko¹, N.A. Moiseeva²

¹Belarusian State University, Minsk
e-mail: o.velko@tut.by

²Belarusian State University, Minsk
e-mail: natali_voronkina@mail.ru

The article analyzes modern educational technologies, reveals the features of the heuristic method and provides a set of open tasks.

У статті аналізується сучасні освітні технології, розкриваються особливості евристичного методу і наводиться комплект завдань відкритого типу.

The use of modern educational technologies allows to achieve higher results of students' activity. The skills and abilities formed by means of educational technologies allow to realize our own intellectual and creative potential in research activities successfully. The modern education system should be aimed at the development of students' active learning activities, and the development of the student's personality should be a priority.

In this regard, there is a problem of the organization of the learning process at the university, including the courses “Computer Information Technologies” for the specialty World Economy and Fundamentals of High Mathematics for the specialty Sociology. In addition to traditional teaching methods, it is recommended to use active methods for these courses. In particular: a problem lecture, a method for analyzing specific situations, a method for projects, a heuristic method, etc.

Heuristic method is used to enhance the creative activity of students through the system of creative tasks. This method contributes to a better understanding and consolidation in the memory of those materials that the student has become familiar with in the process of completing a math and computer information technology task. Students are invited to develop a creative task (independent drawing up of examples and tasks on the chosen topic, drawing up crossword puzzles, preparing visual aids, multimedia presentations on the studied topics of the course).

The authors have developed a set of open type tasks for the disciplines «Computer Information Technologies» for the specialty World Economy and «Fundamentals of Higher Mathematics» for the specialty Sociology on the on-site distance learning program «Heuristic training technologies in higher education «Methods of learning through the discovery: How to train everyone differently, but the same» of the Belarusian State University. Author and presenter of the

advanced training program: A. Korol, rector of the Belarusian State University, doctor of pedagogical sciences, professor.

Task № 1. «GO TO LEARN»

You have won a grant to study at Cambridge University in the UK. Since you can plan your studies and choose courses that you can read, you have to optimize the learning process.

Analyze the courses read in this university, correlate them with those that you have already listened to. Select the courses you are interested in, and rank by arranging them for courses (as you would like to attend), justifying your choice. Display the collected data as a table.

Task № 2. «COST OF MINUS»

You are an employee of the company. Very often, companies have to deal with projects whose budget is calculated for a year. The annual budget of your company is \$ 500,000, and only \$ 359,822 is planned. Suppose you want each project to cost \$ 50,000 and are ready to increase the portion of funds spent on marketing services and advertising.

What should be the cost of marketing and advertising in order for the annual budget to be equal to \$ 500,000 with the cost of each project being \$ 50,000 and marketing costs not less than \$ 6,000? What mathematical models can be used to solve it? Suggest your solution.

Task № 3. «HARD TO BE ...»

You are the head of the group. Your group has passed the second session and is credited in full with the second course.

Analyze the average scores and marks received by each student for the current and the first session. Display the collected data in a table, suggesting your methods for obtaining the source data. Analyze how the average score of the current session correlates with the average score of the first session for each student and for the group as a whole.

Using the merge mechanism, create 20 notifications in which specify the average score for each session.

Task № 4. «DIFFERENT VIEWS ON RELATIONS»

Binary relationships are widely used in sociological research. A binary relation is a subset R of the set $A \times A$. In this case, we say that the element a is in the binary relation R with the element b , if a and b belong to A and (a, b) belongs to R .

– Analyze: Are the following relations binary: “be a classmate”, “be older”?

– Give from three to five examples of binary relationships that you have met in everyday life. Each example should reflect a specific area of your life: family, friends, study, etc.

– Are you in any kind of binary relationship? What binary relationships would you like to be in?

Task № 5. «AMAZING BEAUTY OF GRAPHS»

Graphs are used in sociology, anthropology, economics, communication theory, social psychology and many other areas where social networks are analyzed.

– Give three examples of using graphs in everyday life. Imagine the family tree of your family using the graph.

– You want to plan a trip. Build a graph that displays the time, costs, travel. What else would you include in this graph?

– Draw as a graph the driving distance from your home to your place of study.

Task № 6. «CALL ME, CALL!»

Telephone surveys are the easiest and most convenient way to conduct a sociological survey. You have been instructed to conduct a telephone survey.

– Determine whether the survey results will be affected by the fact that the sample will not be included, who do not have a home telephone. Conduct research: Does it matter at what time the survey will be conducted?

– Highlight those moments in which, in your opinion, the sample will be insufficiently representative? Offer at least three other sociological polls. Which of them did you come across in everyday life?

The use of open type heuristic tasks allows students to be involved in active learning activities, as well as to reveal the internal potential of students, to form and develop the heuristic qualities of their personalities. Performing open type heuristic tasks contributes to student self-realization, because it allows them to get their own educational product and leads to their own result.

References

1. Велько О. А. Математика и информатика для студентов гуманитарных специальностей: возможности междисциплинарного синтеза / О. А. Велько, Н. А. Моисеева // Математика у технічному університеті ХХІ сторіччя: дистанційна Всеукраїнська наукова конференція, Донбаська державна машинобудівна академія, 15–16 травня 2017 р. [Електронний ресурс]. – Краматорськ, 2017. – Режим доступу: <http://www.dgma.donetsk.ua/mkonf-2017-dopovidy-it.html>. – Дата доступу: 20.05.2017.

2. Информационные технологии: электронный учебно-методический комплекс для специальности 1-86 01 01 «Социальная работа (по направлениям)» / О. А. Велько, Н. А. Моисеева; БГУ, Механико-математический фак., Каф. общей математики и информатики. – Минск : БГУ, 2019. – 153 с. : ил. – Библиогр.: с. 152–153. [Электронный ресурс] / Белорусский государственный университет. – Минск, 2019. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/216079>. – Дата доступа: 05.03.2019.

3. Воронкина Н. А. Развитие системного мышления средствами компьютерного моделирования в рамках курса «Основы информатики» для студентов географов / Н. А. Воронкина, С. В. Демьянко // Новітні комп'ютерні технології: матеріали ІХ Міжнарод. науч. конф., Київ–Севастополь, 13–16 вересня, 2011 р. / Міністерство регіонального розвитку та будівництва України – Київ, 2011. – С. 153–154.

УДК 004.9
ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ В СУЧАСНОМУ ТЕХНІЧНОМУ
УНІВЕРСИТЕТІ НА ОСНОВІ
АКМЕ – КІБЕРНЕТИЧНО - МАТЕМАТИЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

В.М. Антонов

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ
e-mail: vant4646@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2248-3192>

В НТУУ «КПІ» і в Українській Академії Акмеології досліджується проблема викладання математики в сучасному технічному університеті на основі *кібернетично - математичної акмеології (психології) (КМА-П) як науки, навчальної дисципліни, галузі психологічно-акмеологічної статево-гендерної математичної практики, що застосовуються автором для підвищення ефективності навчального процесу взагалі та викладання і якісного вивчення математики зокрема. При цьому здійснюються дослідження онтологічної математичної розумової діяльності людини; дослідження кібернетично-математичної акмеологічності креативності людини.*

Author research problem teaching mathematic in NTUU «KPI» and Ukraine Academy Acmeology on the base cybernetic – mathematic acmeology (psychology) for Technic University soon science, course of study, branch psychology – acmeology sex – gender mathematic practice, which use author for increased effect process of teacher general and high-quality teacher mathematic in party. In these chance research ontological mathematic smart human’s work, research cybernetic – mathematic acmeology human’s create.

Постанова проблеми. Задачі, що досліджуються класифікуються наступним чином [1-4]. **Теоретичні задачі:** гносеологія математики; епістемологія математики; порівняльний аналіз і узагальнення концепцій і моделей математики; прогнозування подальшого розвитку технології вивчення математики. **Практичні задачі:** використання КМА-П моделей у математичній акме- праксеологічній галузі: диференціальні, соціальні, нейро- педагогічні, генно- інженерні, соціологічні, експериментальні, статево-гендерні, етасологічні тощо (тобто розробка КМА-П моделей і методів математики); розробка нових та удосконалення існуючих адекватних КМА-П моделей і методів математики; впровадження КМА-П у якості навчальної дисципліни; задачі усвідомлення предмету і спеціальних методів КМА-П як науки; розробка дистанційних КМА-П моделей інтерпретацій математики; розробка КМА-П моделей, оцінка їх адекватності і валідності для використання на практиці акмеологічної кваліметрії; синергетизація КМА-П моделей і методів математики; розробка КМА-П моделей і методів математики для кібер-акме-діагностики та прогнозу тощо. **Науково-дослідницькі задачі:** дослідження

онтологічної математичної розумової діяльності людини; дослідження кібернетично-математичної акмеологічності креативності людини; дослідження проблеми «кіберакмеологічного генотипного інтелекту»; дослідження методів акме- комп'ютерної діагностики, управління та прогнозування можливої поведінки людини (комп'ютерна математична нейро- педагогіка); дослідження нейро- психо- акме математичних вимірів (психологічної (акмеологічної)) кваліметрії (метрології).

Аналіз актуальних досліджень та публікацій. Для вирішення перелічених задач використовується авторська технологія під назвою – кібернетична математична акмеологія (КМА) [1 - 4]. КМА - це комп'ютерно-експертний інструментарій дослідження, аналізу, моделювання потенційно - ресурсних математичних можливостей людини на основі Кібернетичної акмеологічної ергономічно-ергатичної інтелектуальної експертної системи з метою конструювання індивідуальної кібер- акме - моделі особи для формування технологій, програм, алгоритмів, методологій досягнення нею власних акме- точок у вивченні математики; КМА - це також, системна комп'ютерно-інноваційна технологія дослідження, аналізу та синтезу потенційно-ресурсних онто- і філо- генетичних математичних можливостей людини з метою визначення та прогнозування її акме- у різних сферах життєдіяльності та зацікавленостей та у вивченні математики.

Формулювання мети. КА - призначена для того щоб допомогти людині: визначити її математичні ресурси, сформулювати мету у відповідності до цих ресурсів, спроектувати математичний паспорт (модель) досягнення мети. КМА - досліджує математичний ресурс людини, допомагає сформулювати мету, дає поради стосовно реалізації цієї мети на основі математичних ресурсів людини та пошуку алгоритму сприятливих умов для конструктиву діади: Математична мета – ресурс.

Викладення основного матеріалу дослідження. *Акмеологічна кібернетика і математика (АКМ)*- це галузь кібернетики і математики, яка стимулюється акмеологічними задачами та застосовується для аналізу і обробки акмеологічних даних. У АКМ - проводяться дослідження по використанню кібернетики і математики для обробки результатів акме-досліджень.

Актуальною є проблема **акмеологічності кібернетики, математики творчості**, тому що математика і кібернетика народжені людською нейро- психікою та нейро- фізіологією. А нейро- генетичний аспект людини і створює предмет **акме- (психо) математично-кібернетичної епістемології**.

Автор вважає, що розуміння КМА базується на таких поняттях: КМА моделі і методи, КМА засоби, акмеологічна епістемологія математики і кібернетики, акмеологічна епістемологія математики і кібернетики у її нейро- онто-, філо- логічному сенсі.

Акмеологічна кібернетично-математична епістемологія (АКМЕ) на теперішній час не обмежується сферою КМА та АКМ моделями і методами, що вже розроблені та розробляються у кібернетичній, математичній акмеології та у нейро- психологічній математиці і нейро-кібернетиці. АКМЕ розглядається авторами в її філо- та онтогенетичному аспектах. Предметом АКМЕ - є генетичний статево-гендерний аспект пізнання людини. **Акмеологічна праксіологічна кібернетично-математична епістемологія** використовується для побудови математичної акмеологічно - психологічної кібернетично-математичної моделі людини та для акме- самонавчання.

Висновки та перспективи подальших досліджень у цьому напрямку. Основні функції **кібернетично-математичної акмеології (КМА)** як науки це: кібер- математична акмеологічна нейро- психологічна діагностика, нейро- прогностика, нейро- керування, нейро- менеджмент, agile-менеджмент, логістика, smart- логістика. Кількісний підхід у КМА, базується на нейро- **кваліметрії** та її методах. Всі нейро- акме- явища, сутності та причини - не визначені і варіативні, і тому повинні описуватися як випадкові події, величини, функції на основі не традиційного математичного апарату, але із застосуванням: системного аналізу, теорії ймовірностей та синергетично- математично-статистичних методів, а також на основі теорії множин, стохастичних акме-графів, варіативних акме-алгоритмів тощо, але відповідно до сутності кібер-математичної акме- математики.

Література

1. Антонов В.М., Худецький І.Ю., Новіцька І.В. – ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ В СУЧАСНОМУ ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ НА ОСНОВІ КІБЕРНЕТИЧНО-МАТЕМАТИЧНОЇ АКМЕОЛОГІЇ // International periodic scientific journal ONLINE - Modern engineering and innovative technologies Heutiges Ingenieurwesen und innovative Technologien. - Issue №6 Part 1 December 2018 Published by: Sergeieva&Co Karlsruhe, Germany *Одеса*: КУПРІЄНКО СВ, 2018. – С. 14 – 17. // Международное научное издание International scientific publication.- Минск «Ёлнать» - 2018.

2. Антонов В.М. Кібернетично-математична Психо-Акме Генетична інформаційна технологія // *Тези*. Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Глушковські читання». - Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Глушковські читання». - 21 листопада 2018 р. Київ. - ТОВ НВП «Інтерсервіс». – С.9 – 11.

3. Антонов В. М. Викладання математики на основі кібернетично-математичної акмеології // ДИСТАНЦІЙНА ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ «МАТЕМАТИКА У ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ XXI СТОРІЧЧЯ». Математика в ІТ технологіях. Збірник наукових праць. -Донбаська державна машинобудівна академія.- Краматорск. - 15-16 травня 2017 р. Математика в ІТ-технологіях - С. 287 - 289.

4. Антонов В.М. Кібернетично-математичний праксіологічно- акмеологічний підхід до вивчення інформатики // Стаття .- ЦИТ: 316-124, DOI: 10.218993/2410-6720-2016-44-2-124 - Научные труды SWorld. – Выпуск 3(44). Том 2. – Иваново: Научный мир, 2016 –112 с.- С. 37 - 40.

УДК 004.9
ОСОБЛИВОСТІ АКМЕОЛОГІЧНОГО МЕТОДУ ДЛЯ
КРЕАТИВНИХ КІБЕРАКМЕОЛОГІЧНИХ МАТЕМАТИЧНИХ АРМ
АБО ЛЮДИНО-КОМП'ЮТЕРНИХ КОМПЛЕКСІВ

В.М. Антонов

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ
e-mail: vant4646@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2248-3192>

В НТУУ «КПІ» і в Українській Академії Акмеології досліджується проблема викладання математики на основі *кібернетично - математичної акмеології*. Когнітологічний принцип створення людино-комп'ютерних комплексів або кіберакмеологічних-АРМ реалізує такий підхід, при якому АРМ, що проектується базуються на основі роботи з інноваційними базами даних, базами знань та мета знань. Реалізується креативний рівень обробки інформації з метою генерації нового знання на основі використання вже відомих знань. В архітектурі К-АРМ реалізується відповідний пристрій логічного виводу, тобто “синтезатор” даних і знань.

Author research problem teaching mathematic in NTUU «KPI» and Ukraine Academy Acmeology on the base cybernetic – mathematic acmeology. Creative principle projective human-computer complex or cyberacmeology AWP realize such step working AWP on the base innovation fact base date, computer base knowledge and meta- knowledge. Realized creative level processing information with goal generation new knowledge on the base old knowledge. In the architect cyberacmeology AWP release instrument logistic output or ‘manipulation’ date and knowledge.

Постанова проблеми в загальному вигляді, її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Новий тип людино–комп'ютерних комплексів – **кіберакмеологічні АРМ** призначені для подання користувачам конкретних порад та рекомендацій за певним запитом індивідуального особистого типу. Це можуть бути рекомендації щодо дій особи в конкретній ситуації, або загальні поради щодо покращення стану здоров'я, досягнення професійного успіху, набуття бажаних особистих якостей тощо. Інформація про особу подається в базу даних і використовується при аналізі результатів тестування стану фахівця і формуванні рекомендацій стосовно всіх доступних системі відомостей про особливості конкретного користувача.

Аналіз актуальних досліджень та публікацій. Авторський підхід базується на інноваційних науково-практичних дослідженнях, які здійснювалися в НТУУ «КПІ» і УАА [1 - 3].

Формулювання мети. Для вирішення усіх цих завдань розроблений новий кібербіхевіористичний метод, об'єктами якого є людина, що надає кіберакмеологічній системі необхідну для аналізу інформацію відносно своєї особистості та отримує рекомендації, які впливають на поведінку

цієї людини, а також на адаптацію нових рішень та рекомендації в залежності від прийняття або ні рекомендацій системи та виконаних змін

Викладення основного матеріалу дослідження. Кіберакмеологічна система надає особі методи розв'язання конкретної задачі чи рекомендації щодо досягнення *акме-точок*. Особа може втілити рекомендації в життя, після чого її поведінка зміниться, може не втілювати, і її поведінка залишиться такою ж, а може змінити власну поведінку не під дією рекомендацій кіберакмеологічної системи, а під дією факторів довкілля, психологічних факторів тощо. Крім того, особа може змінити свої цільові установки. Операціями цього методу є перевірка того, чи відбулись у поведінці особистості зміни, і, якщо так, надати їй нові рекомендації про їх розвиток. На практиці це виконується шляхом порівняння попередніх результатів тестування особи з результатами тестування певного часу після надання рекомендацій. Концептуально кібернетична когнітологічна синергетика досліджує процеси, що відтворюються у відкритих складних інтелектуальних системах у динамічному стані, які характеризуються інтенсивним (множинно-дискретним або континуальним) обміном інформацією, даними, знаннями, мета знаннями між своїми компонентами (внутрішня самоорганізація) і які в наслідок свого функціонування мають змогу: працювати стабільно до часу надходження або накопичення критичної дії; мати своїм результатом інтелектне упорядкування, зменшення ентропії, самоорганізацію та прогресивну еволюцію; само руйнуватися в наслідок розбалансування компонентів системи. Кіберакмеологічна система складається з трьох блоків: блок збору та накопичення інформації про здібності людини; блок систематизації та аналізу поданої інформації; блок отримання рекомендацій, обробка результатів та прийняття рішень про подальше спілкування з системою. Можливості креативних АРМ (К-АРМ). Цей тип АРМ є головний. В ньому відображені усі необхідні властивості кіберакмеологічних АРМ. К-АРМ базуються на *принципі відкритості*, це дає можливість підтримувати розвиток креативної структури за рахунок зв'язку ОПР. У цьому випадку здійснюється зворотній зв'язок К-АРМ з ОПР, що зазвичай може або уповільнити, або прискорити, або і зовсім змінити креативні процеси. Відомо, що суттєвим чинником синергетичних процесів є не лінійність, яка у креативному розвитку К-АРМ імпліціюється через множинність шляхів розвитку системи; відтворення випадковості і не спрогнозованості у креативному процесі; динаміку послідовного і вибухового шляху креативного розвитку в їх нелінійному розвитку. Синергетичний принцип обґрунтовує такі тенденції самокреативності розвитку: здібність до самоорганізації в креативності, що проявляється у відкритості і не лінійності К-АРМ; не лінійність розвитку К-АРМ, що дає можливість вивчення неочікуваних змін напрямлень розвитку креативних процесів; розвиток через хаос, не лінійність, нестійкість, що проявляється у руйнуванні існуючої К-АРМ і досягнення креативного результату

(можливо кращого за попередній). При модифікації К-АРМ з позиції синергетичного принципу і поняття акме можна побудувати спец архітектуру креативного мінімаксного розвитку системи. Цей АРМ при створенні має різні рівні, а саме: ресурсний рівень вміщує інтелектуальні властивості системи і задачі, що ще не вирішувалися; функціональний рівень характеризується специфічними задачами і функціями, що реалізується в цьому АРМ; технічний рівень обумовлений тими технічними засобами автоматизації, що застосовуються при його створенні або розвитку; технологічний рівень відповідає за інструментарій, необхідний для використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій при створенні цього АРМ; алгоритмічний рівень це накопичення алгоритмів обробки, перетворення даних, знань та мета знань та керування системою; математичний рівень це множина моделей та методів вирішення завдань; кіберакмеологічний рівень дає можливість проектувати АРМ, що найбільш комфортно відповідають біхевіористичним можливостям людини-користувача К-АРМ.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Когнітологічний принцип створення К-АРМ реалізує такий підхід, при якому АРМ, що проектується базується на основі роботи з інноваційними базами даних, базами знань та мета знань, реалізуючи при цьому креативний (творчий) рівень обробки інформації з метою генерації нового знання (синтезу знань) на основі використання вже відомих знань (загальних або індивідуальних). Для цього в архітектурі К-АРМ планується реалізувати відповідний пристрій логічного виводу, тобто “синтезатор” даних і знань. Критеріальним показником рівня інтелекту К-АРМ, що розробляється є його здібність використовувати накопичені знання для синтезу нових знань та для виводу відповідних знань.

Література

1. Антонов В.М. ІННОВАЦІЙНИЙ АКМЕОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИКИ // Міжнародна науково-практична конференція «Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця». Суми. - 7 - 8 грудня 2017. - Ч. 1- 182 с. С.106 - 107.
2. Антонов В. М. КІБЕРНЕТИЧНО-МАТЕМАТИЧНА ПСИХО- АКМЕ ГЕНЕТИЧНА ТЕХНОЛОГІЯ В ОСВІТІ // *Одеса.* - травень – Іваново «Научный мир». - 2017. С. 57 - 59. *INDEX COPERNICUS* ICV: 66.23. - Международное периодическое научное издание International periodic scientific journal. - SW o r l d Выпуск №47, 2017 Issue №47, 2017 Том 4. Физическое воспитание и спорт Педагогика, психология и соціологія, юридические и политические науки Менеджмент и маркетинг. *INDEX COPERNICUS* ICV: 66.23 ЦИТ: 217-019 DOI: 10.21893/2410-6720.2017-47.3.019.
3. Антонов В. М. Викладання математики на основі кібернетично-математичної акмеології // ДИСТАНЦІЙНА ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ «МАТЕМАТИКА У ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ХХІ СТОРІЧЧЯ». Математика в ІТ технологіях. Збірник наукових праць. -Донбаська державна машинобудівна академія.- Краматорск. - 15-16 травня 2017 р. Математика в ІТ-технологіях - С. 287 - 289.

УДК 004.09
ІНТЕРНЕТИКА- ЯК ІНСТРУМЕНТАРІЙ, ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ
ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИКИ: СТАТЕВО-ГЕНДЕРНИЙ АСПЕКТ

В.М. Антонов

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ
e-mail: vant4646@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2248-3192>

В НТУУ «КПІ» і в Українській Академії Акмеології досліджується проблема розробки і впровадження нової Інтернет технології під назвою - дистанційна кібернетично-математична психолого-соціальна нейроакмеологічна генетична Інтернет інноваційна технологія на основі *Інтернет нейропедагогіки* у викладання математики в сучасному технічному університеті на основі **кібернетично - математичної акмеології** (КМА) з урахуванням концепції та принципів інноваційної науки smart- нейро педагогіка. Дослідження базуються на ключовій ідеї статево – гендерного підходу для вивчення будь-якої науки взагалі, та математики зокрема.

Author in NTUU «KPI» and Ukraine Academy Acmeology research problem creative and realization new Internet technology (Internetic technology) by name – distance cybernetic-mathematic psychology-social neuro- acmeology genetic internet innovation technology on the base Internet neuro- teaching for high-quality teaching mathematic in progressive technic University from use cybernetic – mathematic acmeology with conception and principles innovation smart neuro- teaching. Researching to do on the base idea sex-gender aspect for teaching any science general and mathematic as soon.

Постанова проблеми в загальному вигляді. Відомо, що **інтернетика** - сукупність двох наукових напрямків - теорії інформаційного пошуку (information retrieval) та теорії складних мереж (complex networks).

Аналіз актуальних досліджень та публікацій. Авторське дослідження стосується розробки і впровадження нової Інтернет технології під назвою: **дистанційна кібернетично-математична психолого-соціальна нейроакмеологічна генетична Інтернет технологія** (ДКМПСНАГ-ІТ). ДКМПСНАГ-ІТ - це теоретична, фундаментальна та прикладна наука дистанційного дослідження особистості у мережі Інтернет. Вона розподіляється на такі складові. Загальна або теоретична кібернетична акмеологія Особи – дистанційно досліджує характеристики особи та їх взаємозв'язок між собою і довкіллям: іншою особою, природою і технікою. Диференційна Кібернетична акмеологія Особи – дистанційно аналізує індивідуальні особливості і розбіжності між людьми. Соціальна Кібернетична акмеологія Особи – дистанційно досліджує міжособистісні зв'язки, статус і роль особи у різних суспільностях, етносах, пасіонарності. Прикладна Кібернетична акмеологія Особи – дистанційно аналізує суб'єкт суспільної поведінки та конкретні види його професійної та життєдіяльності: етасологічні, гендерно-сексуально-статеві, етнологічні,

пасіонарні, психологічні, педагогічні, морально-етичні, естетичні, економічні, політичні, екологічні тощо. У Кібернетичній акмеології Особи – застосовуються нові підходи, що базуються на застосуванні інноваційної науки – нейропедагогіка [1-3].

Формулювання мети. Розробити інструментарій – технологію для якісно-ефективного вивчення математики на основі інтернетрики з урахуванням статево-гендерного аспекту.

Викладення основного матеріалу дослідження. **Smart-нейропедагогіка** - нова міждисциплінарна наука розвитку і виховання людини; ценові наукові теоретичні, емпіричні і практичні, дані стосовно різних *типів функціональної організації мозку* у юнаків і юнок; нові знання про *функціональний розвиток мозку* дитини і дорослого; нові стратегії експериментального дослідження активного і змістовного *відношення особи до життєдіяльності*; нові наукові програми, методики, технології роботи з людиною; нові *нейропсихологічні методи діагностики та прогнозу* психічного розвитку; нові форми *психологічної корекції* поведінки дитини і дорослого на основі творчої педагогіки для розкриття креативних можливостей людини; нові наукові підходи до *гендерного навчання і виховання* у родині, дошкільних установ, школах, Вузах, установ післядипломної освіти та неперервного навчання і самонавчання; базова наука, що об'єднує такі науки як: нейроанатомія; нейробіологія; нейроморфологія; нейропсихологія; нейрофізіологія; нейрогенетика; психогенетика. Кібернетично-математичний опис акмеологічних (психологічних) об'єктів базується на вивченні акме-психіки людини у зв'язку з біологічною, соціальною, гендерною, етасологічною сутністю людини.

Головна мета **Інтернет нейропедагогіки** - «допомогти вчителям, викладачам оптимально и творчо вирішувати педагогічні задачі, використовуючи знання про індивідуальні особливості мозкової організації вищих психічних функцій». **Головна мета кібернетично-акмеологічної акме-нейропедагогіки** - застосування комп'ютерних інноваційних технологій для автоматизації проблем **нейропедагогіки** з метою виявлення ефективних та оптимальних методик, алгоритмів, програм розвитку, виховання, удосконалення та самовдосконалення акме-людини. Дослідження біотоків мозку та електропотенціалів різних ділянок мозку дає можливість зробити такі висновки: мозок жінки і чоловіка працюють - не однаково; всі 10 підсистем людини (життєдіяльності чоловіка і жінки) працюють за різними алгоритмами (технологіями); генотип та фенотип - різнотипні у чоловіків і жінок; послідовність дозрівання (визрівання, зростання) різних психічних функцій у чоловіків і жінок суттєво різні; органи: моторні, зорові, слухові, асоціативні - працюють за різними програмами; рівень розвитку мислення - різний. Носієм Акме-психіки є цілостний організм людини, тому вона є також підсистемою внутрішніх (соматичних) систем організму: біологічних:

біогенетичних, біохімічних, біофізичних (включаючи біомеханічні); фізіологічних: центральна і периферична нервова система, нейрогуморальна система і інші. За рахунок цих систем Акме-психіка взаємодіє з довкіллям. Але зовнішні прояви (екстраспекцію), так зване - об'єктивне» спостереження за акме-психікою людини, не можливо здійснити за рахунок лише спостереження-дослідження її взаємодії з довкіллям. Поруч з екстраспекцію використовується - інтроспекція – це таке дослідження біо- об'єкту та його акме- псих явищ, що базується на спостереженнях самого суб'єкта (людини) у вигляді: власних відчуттів, образів, спогадів або уявних об'єктів, «руху» власних думок, емоцій, почуттів, побажань, фантазій, потягів, волевих імпульсів тощо.

Висновки та перспективи подальших досліджень у цьому напрямку. Дослідження відомих вітчизняних і закордонних вчених дозволяють зробити висновок, що сучасні методики навчання частіше за все налаштовані (розраховані) на дівчат; вони не вчать, як вчити юнаків, хлопців, чоловіків. Стратегія навчання у дитячому садку, школі, виші розраховані на особливості жіночого організму. **Кібернетична акмеологія, здоров'я та навчання. У світі існує: 500 000 ліків; 20 000 хвороб; 140 вузьких спеціалістів – лікарів. Безліч методик виховання та навчання** (Сухомлинський, Ян Корчак, Ушинський, Макаренко тощо). Тому конче важливою і актуальною є проблема у ДКМПСНАГ-ІТ, яка зможе допомогти у підвищенні якості навчання і викладання у школі, ВУЗі тощо на сучасному етапі розвитку інформаційних інноваційних технологій. За дослідженнями фахівців Української академії акмеологічних наук визначити поточний стан організму Людини можна – дослідивши більше 4 500 параметрів цих систем і на протязі довготривалих аналізів. Зробити це можливо лише за рахунок розробляємої фахівцями Української Академії Акмеології – **Кібернетично Акмеологічної Медико-Біологічної Експертно-Аналітичної Гомеостазної Системи**, яка аналізує зовнішні і внутрішні параметри, що характеризують стан Людини.

Література

1. Антонов В.М. Акме- кібернетично математичні основи інформаційних технологій // 2- га між. нар.наук.-практ конф. «Інформаційні технології та взаємодії». - 3-5 листопада 2015 р. Тези. - Київ – 2015. - С. 183 - 184.
2. Антонов В. М. Кібернетично-математичний практиологічно-акмеологічний підхід до вивчення (викладання) математики // МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ III Теорія ймовірностей та математична статистика. Історія та методика математики. Київ — 2015. Секція IV. Історія та методика математики. - ШІСТНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ ІМЕНІ АКАДЕМІКА МИХАЙЛА КРАВЧУКА. 14–15 травня 2015 р., НТУУ «КПІ». - Київ. – С. 102 – 106.
3. Антонов В.М. КІБЕРНЕТИЧНО-МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ І МЕТОДИ У АКМЕОЛОГІЇ: Стаття - Сборник научных трудов SWorld. Международное научное издание. – Выпуск 1(38). Том 4. – Иваново: МАРКОВА АД, 2015. Одеса. - березень 2015. - С. - 11 - 14.

УДК 004.6
ПРИКЛАД ВИКОРИСТАННЯ WEB-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ
РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДІВ РЕДУКЦІЇ І ДИНАМІЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ
БАГАТОВИМІРНИХ ДАНИХ

Л.В. Васильєва¹, А.С. Житченко²

¹Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: luidmyla.vasilyeva@dgma.donetsk.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9277-1560>

²Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: a.zhit4enko@gmail.com

Стаття присвячена практичним аспектам використання WEB-технологій для динамічної візуалізації багатовимірних даних. Наводяться приклади методів зменшення розмірності безлічі даних за допомогою виділення певного числа основних факторів, кластерів і т. і., які можуть пояснити мінливість вихідних багатовимірних даних. Обґрунтовується необхідність використання методів візуалізації в аналітиці великих даних та WEB технологій для їх реалізації. Наводиться приклад розробленого WEB-додатку.

The article is devoted to practical aspects of WEB-technology development for dynamic visualization of multidimensional data. Examples of methods for reducing the size of a set of data are given using the allocation of a certain number of key factors, clusters, etc., which can explain the variability of output multidimensional data. The necessity of using visualization methods in the analysis of Big Data and WEB technologies for their realization is substantiated. An example of a developed WEB application is given.

Постановка проблеми. Вважається, що чим більше інформації про об'єкти дослідження, що характеризує їх властивості (ознаки), тим краще для створення їх моделі. Але надмірний обсяг інформації може погіршити ефективність аналізу даних. В науковій термінології дана проблема описується терміном – «прокляття розмірності» (англ. curse of dimensionality), що також використовується щодо ряду труднощів при роботі з багатовимірними даними. З необхідністю зниження розмірності в тій чи іншій формі пов'язано рішення різних статистичних проблем. Для вирішення даної проблеми існують методи редукції даних що передбачають можливість детальної візуалізації багатовимірних даних.

Аналіз актуальних досліджень. Аналіз досліджень щодо використання вказаної процедури показує наявність значної кількості наукових та науково-методичних робіт з даної тематики. Основною ідеєю є те, що відображення багатовимірних даних у простір малої вимірності шляхом розв'язання задачі візуалізації багатовимірних даних, яке зберігає їх структуру, дозволяє виявити велику кількість нових закономірностей та визначити в подальшому методи аналізу цих даних [1]. Термін редукція даних зазвичай відноситься до аналітичних методів (до багатовимірних

методів аналізу, таких як факторний аналіз, багатовимірне шкалювання, кластерний аналіз, канонічна кореляція або нейронні мережі) які включають скорочення розмірності безлічі даних за допомогою виділення певного числа основних факторів, розмірностей, кластерів і т.і., які можуть пояснити мінливість вихідних багатовимірних даних [2–4]. Аналітика великих даних (Big Data) відіграє ключову роль, зменшуючи обсяг і складність даних в додатках великих даних. Візуалізація – це важливий підхід, що допомагає Big Data отримати повне уявлення про дані і виявити значення даних [5]. Вказується також, що деякі дані просто занадто великі для відображення, а деякі мають занадто короткий термін служби, щоб їх можна було обробляти за допомогою класичних методів візуалізації або аналізу. Для вирішення цих проблем важливим є не тільки візуалізація даних, але й можливість взаємодії з ними для користувача [6].

Метою цієї роботи є дослідження методів редукції і динамічної візуалізації багатовимірних даних та розробка WEB-додатку, що їх реалізує.

Виклад основного матеріалу. На даний момент існує досить велика кількість різноманітних програмних засобів, які можуть виконати це завдання, проте порівняльний огляд найпоширеніших показав, що модуль редукції даних є або додатковою можливістю (наприклад, в Excel), або входить в загальний пакет математичних функцій в складі спеціалізованого програмного забезпечення (Mathlab, STATISTICA, SPSS).

Але коли потрібна власна розробка, наприклад, у навчальних цілях для студентів, то слід звернути увагу на WEB технології, що зараз стрімко розвиваються. Вивчення останніх тенденцій – необхідна річ для майбутнього розробника.

Мова програмування JavaScript займає лідируючі позиції за популярністю і затребуваністю останні роки і є потужним засобом створення як клієнтської частини веб-додатку, так і серверної. Цією мовою написана дуже велика кількість різноманітних фреймворків і бібліотек, одною з яких є D3.js. D3.js – data-driven JavaScript бібліотека для маніпулювання DOM елементами. D3.js дозволяє візуалізувати дані, використовуючи HTML, SVG та CSS. Акцент на веб стандарти дозволяє користуватися всіма можливостями сучасних браузерів без прив'язки до фреймворків, поєднуючи компоненти візуалізації та data-driven підхід до DOM маніпуляцій [7]. Нижче наведено приклад побудування самоорганізаційної карти Кохонена (рис. 1) за допомогою технологій D3.js. На даній карті наведена візуалізація 50-ти спостережень, кожне з яких має 13 показників. У даному прикладі карта відображає один з показників і позиції спостережень на ньому. Колір відповідає вазі нейрону: близько до нуля – темний фіолетовий, насичений червоний – найбільше значення для цієї вибірки.

Heatmap

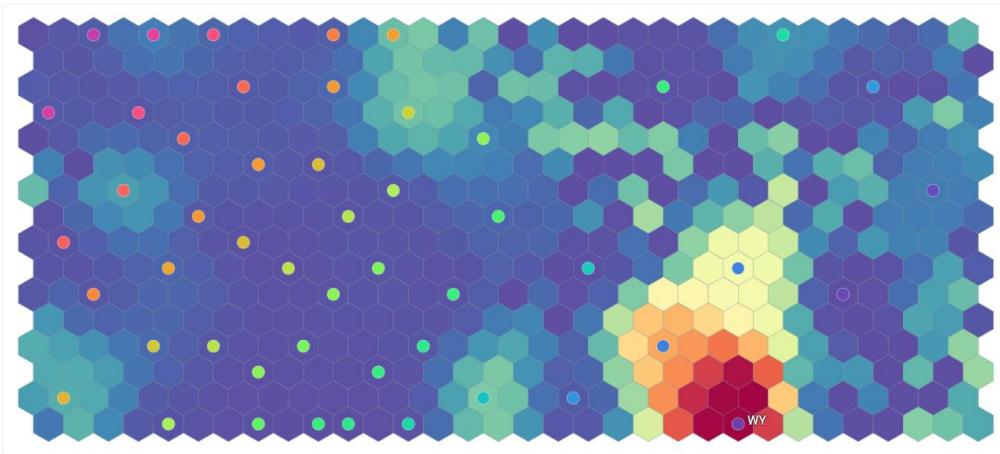


Рис. 1. Приклад побудування самоорганізаційної карти Кохонена

Висновки та перспективи подальших досліджень. Візуалізація даних – це ефективна форма подання інформації, що використовує сучасні комп’ютерні інформаційних технології. Вона дозволяє значно підвищувати ефективність сприйняття інформації. Питання про застосування засобів візуалізації не може бути вичерпним. Подальші наукові пошуки можуть бути спрямовані на удосконалення якості вихідних даних, модифікації візуалізації та оптимізації швидкості і зручності роботи методів редукції багатовимірних даних.

Література

1. Шкловець А. В. Кусочно-гладкі самоорганізуючі карти Кохонена для візуалізації багатовимірних даних : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.23. – "Системи та засоби штучного інтелекту" / А. В. Шкловець ; Харк. нац. ун-т радіоелектроніки. – Х., 2012. – 23 с.
2. Асанов А., Подлипский О. Опыт построения большой базы экспертных знаний // Методы поддержки принятия решений: Сб. трудов Института системного анализа РАН / Под ред. О. И. Ларичева. — М.: Эдиториал УРСС, 2001.
3. Зиновьев А. Ю. Визуализация многомерных данных. – Красноярск: Изд. КГТУ, 2000. – 180 с.
4. Васильева Л.В. Методика розв’язання задачі групування багатомірних об’єктів за допомогою кластерного аналізу// Фізико-математична освіта. – 2017. – Випуск 3 (13). – С. 31-34.
5. Wang L., Wang G., Alexander C. A. Big data and visualization: methods, challenges and technology progress //Digital Technologies. – 2015. – Т. 1. – №. 1. – С. 33-38.
6. Hurter C. Image-based visualization: Interactive multidimensional data exploration //Synthesis Lectures on Visualization. – 2015. – Т. 3. – №. 2. – С. 1–127.
7. Посібник по D3.js: створюємо інтерактивні діаграми на JavaScript [Електронний ресурс] : [Веб-сайт] – Режим доступу: <https://codeguida.com/post/1501> (дата звернення 03.05.2019) – Назва з екрана.

УДК 378:004.9
CMS WORDPRESS ЯК ІНСТРУМЕНТ СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ
ІНТЕРАКТИВНИХ ПЛАТФОРМ

С.В. Волков

Інститут хімічних технологій СХУ ім. В.І. Даля, Рубіжне
e-mail: sergei.volkov@ukr.net

Інтерактивні навчальні платформи мають велике поширення серед закладів освіти усіх рівнів і дозволяють організувати початковий процес із застосуванням сучасних комп'ютерних інтерактивних технологій. Існує велика кількість програмних інструментів для створення навчальних платформ. Використання CMS Wordpress як інструмента створення навчальних інтерактивних платформ є зручним та багатофункціональним підходом для впровадження дистанційного навчання.

Interactive training platforms are widely distributed among institutions of education at all levels and allow organizing the initial process using modern computer interactive technologies. There are many software tools for creating training platforms. Using CMS Wordpress as a tool for creating interactive learning platforms is a convenient and multifunctional approach for implementing distance learning.

Поширення інформаційних технологій у життя сучасної людини суттєво впливає на всі сфери її діяльності, серед яких не стоїть осторонь і сфера освіти. З кожним днем створюються нові підходи та технології навчання. Широко впроваджується дистанційна освіта, яка потребує проектування та реалізацію програмних механізмів створення інтерактивних навчальних платформ.

На теперішній час інтерактивні навчальні платформи мають велике поширення серед закладів освіти усіх рівнів. Вони дозволяють організувати початковий процес із застосуванням сучасних комп'ютерних інтерактивних технологій.

У статті Ю.Р.Бекеш [1] проводиться оцінка навчальних платформ провідних ВНЗ України за такими критеріями:

- можливість гостьового доступу;
- платформа дистанційного навчання;
- відкритість дистанційних курсів;
- наявність блогів або форумів;
- можливість проведення вебінарів

Кожний із цих критеріїв має необхідність комп'ютерної реалізації із використанням програмних інструментів. В даний час можна виділити основні інструментальні засоби організації електронного навчання [2]:

- системи управління контентом (Content Management Systems - CMS),
- системи управління навчанням (Learning Management Systems - LMS),
- системи управління навчальним контентом (Learning Content Management Systems - LCMS).

Метою цього дослідження є обґрунтування використання CMS Wordpress для створення навчальних інтерактивних платформ.

Розвиток LMS-систем послужило передумовою появленню стандартів розробки програмного забезпечення SCORM та Tin Can API. На базі цих

стандартів були створені системи Moodle, Sakai, Adobe Captivate, ISpring Suite, Open edX, Adapt Learning, ILIAS, WebTutor, Teachbase та інші.

LMS-системи широко впроваджуються у навчальний процес ВНЗ України та всього світу, однак їх використання має ряд недоліків. Суттєвою проблемою є високий технологічний поріг входження в експлуатацію, налаштування та адаптацію LMS-систем під потреби конкретного закладу освіти. Для повноцінної роботи із подібними системами необхідно мати достатньо кваліфікований інженерний персонал закладу та відповідне апаратне забезпечення. Недоліками являються відсутність достатньої документації, обмеженість у засобах розробки учбово-методичного контенту, проблема проведення вебінарів і веб-конференцій, неможливість налаштування системи під бажаний вигляд (дизайн) або адаптувати під зручне користування для сучасних Android або IOS гаджетів. Описані недоліки LMS-систем дають передумови розглядати CMS-системи як інструмент створення навчальних інтерактивних платформ. CMS-системи, у своїй більшості, мають універсальну функцію забезпечення веб-систем контентом, як технологія для створення веб-сайтів різного ступеня складності. В їх число входять Wordpress, Joomla, Drupal, vBulletin, TYPO3 та інші.

Найбільш поширеною на даний час CMS-системою є Wordpress, яка використовується мільйонами розробників по всьому світу. Wordpress має повну документацію та відкритий програмний код, який постійно удосконалюється на вимогу сучасних тенденцій розвитку інформаційних технологій. Wordpress являється програмним ядром, яке може бути надбудоване різноманітними інструментами (плагінами), в окремому випадку і навчальними. У порівнянні із LMS-системами, складність розширення функціоналу Wordpress або його плагінів, для програміста невелика, достатні базові знання мов PHP, JavaScript та СКБД MySQL. Вимоги до технічних засобів достатні для того, щоб використовувати для платформи веб-хостінг середнього рівня, а в окремих випадках – безкоштовний.

Найчастіше існуючих плагінів Wordpress достатньо для того, щоб відповідати розглянутим критеріям для оцінки навчальних платформ. Повноцінними плагінами для створення навчальних інтерактивних платформ являються LearnDash, LearnPress, LifterLMS, Teachable, WP Courseware, Sensei. Слід зауважити, якщо у індивідуальному випадку функціональність цих плагінів буде недостатньою, існує можливість додати плагіни для розширення можливостей навчальної системи.

Висновки. Використання CMS Wordpress як інструмента створення навчальних інтерактивних платформ є зручним та багатофункціональним підходом для впровадження дистанційного навчання, і являється гнучкою повноцінною альтернативою існуючих систем управління навчання.

Література

1. Бекеш Ю.Р. Огляд систем дистанційного навчання популярних ВНЗ України / Ю.Р. Бекеш, Л.М. Матієшин, Ю.О. Серов // Національний університет “Львівська політехніка” – 2013, // Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/22735/1/11-44-48.pdf>
2. Чоповський С.С. E-learning в ПТО, або не тільки Moodle-м живе сучасна освіта / С.С. Чоповський // Матеріали шостої науково-практичної конференції FOSS LVIV 2016. – с. 14-18. // Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/0B2azM7lnwcJHbkJnYVWZcnBRa0NtbXFQV3RTWU01QUZyQVh3/view>

УДК 004.89:004.93

СИСТЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ТЕСТУВАННЯ ЗНАНЬ

З.Є. Воротнікова

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», Маріуполь
e-mail: mailgoldukr@ukr.net

Проведено аналіз існуючих систем тестування (Assistant II, eTest, MyTest X, VeralTest, SunRav TestOfficePro, Moodle, "Конструктор тестів"). Спроековано систему інтелектуального тестування знань учнів. Система дозволяє формувати набори завдань в різних предметних областях і орієнтована на роботу з «м'якими» тестами. Підтримує наступні типи завдань: заповнити пропуски; дати визначення; сформулювати теорему; перерахувати властивості; описати послідовність (порядок, алгоритм).

Analyzed existing testing systems (Assistant II, eTest, MyTest X, VeralTest, SunRav TestOfficePro, Moodle, "Test Designer"). The system of intellectual testing of students' knowledge was designed. The system allows you to create sets of tasks in various subject areas and is oriented to work with "soft" tests. Supports the following types of tasks: fill in gaps; give a definition; to formulate the theorem; list the properties; describe the sequence (order, algorithm).

Одним із напрямів удосконалення процесу навчання є розробка оперативної системи контролю знань, умінь і навичок, що дозволяє об'єктивно оцінювати знання, виявляючи наявні прогалини і визначаючи способи їх ліквідації. В даний час існує велика кількість різноманітних способів проведення контролю і оцінки знань, як при традиційному, так і при комп'ютерному навчанні. Комп'ютерне тестування має ряд переваг: швидке отримання результатів випробування і звільнення від трудомісткої роботи з обробки результатів тестування; об'єктивність в оцінці; тестування на комп'ютері більш цікаво в порівнянні з традиційними формами опитування, що створює позитивну мотивацію [2].

Аналіз поширених у сфері освіти систем тестування (Assistant II, eTest, MyTest X, VeralTest, SunRav TestOfficePro, Moodle, "Конструктор тестів") показав, що більшість систем засноване на закритій формі тестових завдань з вибором одного варіанта відповіді з декількох запропонованих, що має певний ваговий бал («жорсткі» тести). Ця властивість не дозволяє врахувати неповні або частково правильні відповіді та не дозволяє відстежувати «проблемні» теми, що засвоюються. Також майже в кожній системі присутній генератор тестових завдань, який здійснює їх випадкову вибірку із загального числа наявних у базі, рідко є можливість вибору із декількох груп, але, все одно, подальше тестове завдання ніяк не враховує правильність відповідей, даних на попередні. У деяких системах тестування є можливість написання есе, але воно не перевіряється автоматично, що зводить на нівець всі переваги

комп'ютерного тестування. Розробка методів та структур для «м'яких» тестів дуже актуальна.

У статтях науковців, наприклад [1, 2], викладаються ідеї поліпшення інтелектуальності поширених у сфері освіти систем. Запропоновані інтелектуальні методи дозволили б: значно поліпшити якість тестування; відслідковувати успішність як окремого користувача, так і всієї групи за темами; давати поради для більш ефективного засвоєння матеріалу; детально обґрунтовувати людині, що пройшла тестування, отриману їм оцінку; скоротити час проходження тесту за рахунок завершення процесу тестування після настання значущої події; надавати допомогу викладачеві щодо вдосконалення завдань тесту і занять в цілому [1].

Основним недоліком «жорстких» тестів є оцінка неповних або неточних відповідей як неправильних, тобто наближене, неповне знання відповіді на питання кваліфікується як незнання відповіді, а це далеко не завжди виправдано. В результаті «жорсткі» тести недостатньо справедливо оцінюють рівень знань учня, занижують оцінку. Тому виявляється необхідність роботи з більш «м'якими» тестами, що дозволяють враховувати не тільки «знає» - «не знає», а й «частково знає» [1].

Концепція «м'яких» тестів, різні методики їх побудови були реалізовані в спроектованій системі інтелектуального тестування. Схема даних представлена на рис. 1. Система дозволяє формувати набори завдань в різних предметних областях. Для тестування була обрана дисципліна «Вища математика».

Для створення системи використовувалися такі технології: HTML - для розмітки тексту на сторінці, CSS - для опису зовнішнього вигляду системи, PHP - для написання всієї обчислювальної частини системи і роботи з базою даних, MySQL - для зберігання тестів, оцінок, журналів; phpMyAdmin - веб-інтерфейс.

Пропонована система інтелектуального тестування підтримує такі типи завдань: заповнити пропуски; дати визначення; сформулювати теорему; перерахувати властивості; описати послідовність (порядок, алгоритм).

За своєю логічною структурі система складається з таких частин:

- - підсистеми конфігурування тесту;
- - підсистеми тестування;

За допомогою підсистеми конфігурування створюється і налаштовується комплект для проведення тесту. Комплект включає в себе: контрольні питання; відповіді на питання, причому, на кожен тип питання є спеціальна форма для заповнення даного поля; коментарі до питань (до одного питання може бути один коментар).

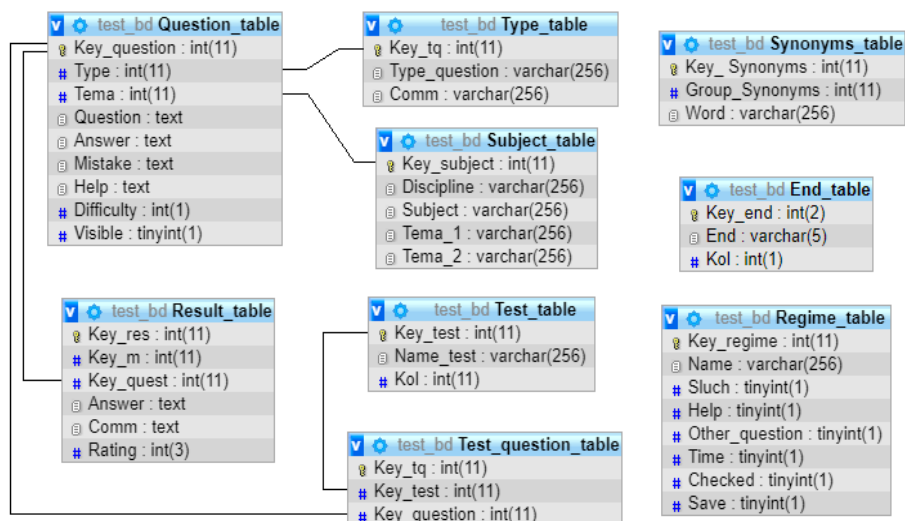


Рис. 1. Структура даних

Після цього, комплект передається підсистемі тестування, яка виробляє вибірку питань і пред'являє їх студенту, при цьому, в кінці проходження тесту система дозволяє студенту отримати коментар до питання і дізнатися правильну відповідь.

Для проведення тестування підсистема використовує дані, отримані від підсистеми конфігурування. Фізично, підсистема тестування може перебувати на віддаленому комп'ютері. Дані можуть передаватися через канал. На вхід підсистеми передається база даних питань з їх компонентами, а також інформація про налаштування тесту. Підсистема тестування виробляє вибірку питань і завантажує їх в динамічну пам'ять. Після цього робить налаштування елементів призначеного для користувача інтерфейсу, відповідно до обраного режиму роботи.

Можливі 2 режими роботи: іспит, навчання. У режимі навчання користувачеві доступні підказки. Є можливість повернутися до пройденого питання. У режимі іспиту ці опції відключені. Після закінчення виводиться співвідношення правильних і неправильних відповідей.

Створений програмний продукт має свої недоліки: витрати часу на налаштування системи; наявність експертів для настройки комплекту завдань і підказок; якість оцінки залежить від якості і однозначності даних, що вводяться експертами.

Література

1. Ковтун С.А. О концепции создания интеллектуальных тестирующих систем / С.А. Ковтун, С.Н. Капитан, О.О. Савельев // Искусственный интеллект. - 2009. – No.4. - С.360-364
2. Ларин А.А. О концепции построения тестирующих программ [Электронный ресурс] / А.А. Ларин. – Режим доступа : alexlarin.narod.ru/Stats/testprog.htm

УДК 378.14

**USING WEBQUEST TECHNOLOGY IN THE CONTEXT OF
RESOURCE-BASED LEARNING**

N. Hrudkina¹, A. Prasolova², O. Sahai³

¹Donbas State Engineering Academy, Kramatorsk
e-mail: nata.grudkina@gmail.com

²Engineering College of Donbas State Engineering Academy, Kramatorsk
e-mail: prasolovaaany@gmail.com

³Engineering College of Donbas State Engineering Academy, Kramatorsk
e-mail: olya.sagay@gmail.com

В статті описується технологія WebQuest, пояснюється її дидактична структура як сучасний засіб керованої веб-пошукової діяльності студентів, в якій викладач встановлює параметри та визначає часові межі. Вона досліджує дидактичну техніку WebQuest як новий тип освітніх технологій у контексті ресурсного навчання.

This article provides a description of a WebQuest technology, explains its didactic structure as a modern means of guided web-based searching activity of the students in which a teacher sets the parameters and defines time limits. It investigates a WebQuest didactic technique as a new type of educational technology in the context of resource-based learning.

Taking into account the significant increase in amount of information that must be mastered by students during the period of tertiary education, as well as the need to prepare students for self-education, resource-based learning becomes more important nowadays.

Resource-based learning (RBL) as a set of teaching methods and techniques represents a holistic approach to the organization of the educational process and focuses not only on the acquisition of knowledge and skills, but also on training the independent and active ability to transform the information environment through the search and practical application of the information resources, in particular, educational internet resources.

One of the tools of organizing resource-based learning for students is the WebQuest technology, which is currently not sufficiently covered in modern pedagogical literature.

In the classical sense, a WebQuest is a problematic task with role-playing game elements in which the Internet resources are used.

According to V.Schmidt, WebQuests are mini-projects based on the search for information from resources on the Internet [2]. As a result of this constructivist approach to learning, students not only collect and organize information obtained from the Internet but also direct their activities towards a specific educational goal they have been given. P.Shamatonova emphasizes that a WebQuest is a fascinating journey on the Internet, which involves inquiry

activity in various search engines, obtaining a fairly large amount of information for analysis, systematization and further presentation [1].

In other words, WebQuest technology is a specific kind of guided web-based learning activity in which students search information using Internet resources for practical purposes. WebQuest technology provides students with the opportunity to work independently or in small groups. Students working in groups of three to five develop the competitiveness and leadership skills, enhance not only the motivation for acquiring knowledge but also the responsibility for the results of the activities and their presentation. This technology can be used regardless of the topic being studied. An access to the Internet is the main thing needed to get started.

The components of a WebQuest:

- **Introduction.** The Introduction specifies the terms of the work, provides background information and sets the context (the starting situation or the task);

- **Resources.** This section of a WebQuest consists of a list of the resources (bookmarked Web sites, links to follow, print or non-Web resources, etc.) that students will need to complete the task.

- **Process.** This is a description of the steps learners should go through in accomplishing the task, with links embedded in each step. As the Process explains strategies students should use to complete the task it would contain additional questions, causal schemes, tables, charts, graphs, etc.

- **Conclusion.** The conclusion should include an example of the execution of the task or their presentation, ways of further independent work on the topic and the field of the practical application of the results and skills.

At the first stage, the teacher carries out preparatory work, provides students with important background information, presents the problem, and explains what the task is.

WebQuest tasks explain the main principles of the search and outline what students should accomplish upon completing a WebQuest. This stage has the greatest development potential. Students engaged in a WebQuest not only find and evaluate the information they source on the Internet but also develop the ability to think abstractly, classify, compare, analyze objects and phenomena, improve critical thinking. A teacher may guide the process by providing a list of questions, examples and diagrams. [3]

The next stage summarizes the entire WebQuest. This stage provides an opportunity to choose the relevant information and to represent it as a slideshow, booklet, animation, poster or photo report. Outline of the WebQuest results may be held in the form of a conference so the students will have the opportunity to demonstrate their own practical work. The results of the WebQuest can take many forms: a database; a dialogue, story or example to study; an online document with an analysis of an ambiguous situation that reports the main theses and provokes users to add their own comments or disagree with the

authors; an interview with an expert as a classroom activity or publishing it on the Internet. This stage helps to develop such personality qualities as responsibility for performed work, self-criticism, mutual support and ability to speak to the audience. It is possible to place the WebQuest results on the Internet specialized sites to achieve three goals: students understand that the task is material and high-tech; students get an audience interested in the results of their work; students have the opportunity to feedback from the audience.

The evaluation is the final stage but the teacher should provide a clear rubric outlining how a student's work will be evaluated when the student begins a WebQuest. The standards for evaluation may be different (by the time of presentation, originality, innovation, etc.) but should be fair, clear, concise, and specific to the task set. The assessment has to summarize the students' experience. The inclusion to the final part of the rhetorical questions that will stimulate the search activity is logical.

The methodology of a WebQuest helps to activate and to increase the individualization of the learning process, to improve its quality.

A WebQuest is:

- one of the most popular and the most effective Internet-based learning models;
- a problem to be solved by means of Internet resources;
- a lesson format oriented on the development of cognitive, search activity of students, in which much of the information is acquired through Internet resources;
- a didactic structure in which a teacher improves the search activity of students, sets the parameters of this activity and determines time limits. The teacher ceases to be a source of knowledge but creates the necessary conditions for the search and processing of information.

Such inquiry-oriented activity involves students in the online investigation, turns into active participants of educational activity, increases students' motivation, serves as the facilitator for obtaining knowledge, and encourages students' responsibility for the results and presentation of this activity.

WebQuest Technology is modern, has promising potential and several advantages, it deserves to be widely used in educational process.

Література

1. Кадемія М. Ю. Активізація пізнавальної діяльності студентів на основі використання вебквестів. Електронний ресурс: http://ito.vspu.net/SAIT/inst_kaf/kafedru/matem_fizuka_tex_osv/www/intel/files/web_projects/web_quest.htm
2. Ільченко О. В. Використання веб-квестів у навчально-виховному процесі. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://osvita.ua/school/lessons_summary/proftech/32834.
3. Андрєєва М. В. Технологія веб-квест у формуванні комунікативної і соціокультурної компетенцій // Інформаційно-комунікаційні технології у навчально-виховному процесі. // Міжнародна науково-практична конференція. К., 2014. – С. 34.

УДК 378.14

**ПРИКЛАД РЕАЛІЗАЦІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ХОЛОДНОГО
КОМБІНОВАНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ**

Н.С. Грудкіна¹, О.В. Сагай²

¹Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ

e-mail: vm.grudkina@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0914-8875>

²МК Донбаської державної машинобудівної академії, Краматорськ

e-mail: olya.sagay@gmail.com

Стимулювання створення спільних проєктів студентами спеціальностей технічного спрямування та майбутніми фахівцями з комп'ютерної інженерії має бути однією з основних задач навчання у сучасній вищій школі. В цьому аспекті запропоновано програмну реалізацію моделювання процесу холодного комбінованого видавлювання деталей з фланцем, що дозволило визначити приведений тиск деформування та розміри деталі.

Promoting the creation of joint projects by students with technical specialties and future specialists in computer science and engineering should be one of the main tasks of studying in a modern high school. In this aspect, a software implementation of simulation of the process of cold combined extrusion of parts with a flange was proposed, which allowed to determine the consolidated deformation pressure and the dimensions of the detail.

Сучасний рівень розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних систем дає можливість створення потужних програмних продуктів, які досить точно моделюють процеси та явища різної природи [1]. Але отримати повноцінну та якісну систему, що моделює обраний технологічний процес, можливо тільки за умови кропіткої сумісної роботи фахівців даного технічного напрямку та фактично розробників потрібного програмного продукту. На наш погляд, у сучасній вищій школі однією з основних задач під час навчання є пошук та створення спільних проєктів, які будуть реалізовані студентами спеціальностей технічного спрямування та майбутніми фахівцями з комп'ютерної інженерії.

Метою дослідження є створення спільних науково-дослідних проєктів студентами спеціальності «Обробка металів тиском» та майбутніми фахівцями з комп'ютерної інженерії.

Відповідно до напрямку наукової школи кафедри ОМТ ДДМА необхідним є створення програмних продуктів дослідження процесів холодного деформування. Перспективним на даний час є дослідження, які сприятимуть впровадженню на підприємствах машинобудування процесів холодного комбінованого видавлювання, що є основою студентських робіт дослідницького характеру напрямку обробки металів тиском. В рамках спільного проєкту студентів груп ОМТ-15-1 та СА-16-1 розроблено програму з використанням безкоштовного середовища розроблення Turbo Delphi Explorer з розрахунків величини приведеного тиску деформування та поетапного формозмінення напівфабрикату на основі розрахункової схеми процесу [2].

Основні операції, реалізовані у програмному продукті:

- введення геометричних розмірів деталі, величини ходу (при цьому виконується перевірка умов використання заданої математичної моделі) з можливим коригуванням кількості ітерацій;
- введення граничних умов процесу видавлювання;
- розрахунок величини приведенного тиску деформування, оптимального кінематичного параметра;
- побудова відповідних графічних залежностей;
- побудова картини поетапного формоутворення напівфабрикатів.

Введення необхідних вхідних параметрів процесу та демонстрація результатів роботи програми (рис. 1) можливі в діалоговому режимі. Розроблений програмний продукт дозволяє визначити силові параметри процесу деформування та проаналізувати поетапне формоутворення напівфабрикату з точки зору можливості отримання потрібних кінцевих розмірів стінки та фланцевої зони деталі. У разі невідповідності необхідним розмірам надалі приймається рішення про корегування процесу деформування шляхом забезпечення різних умов тертя у донній частині та частині формування стінки та зміни конфігурації інструменту (розмірів та форми фасок, введення підпорів). Розроблений програмний продукт також може використовуватися у виробничих сферах і науково-дослідних організаціях.

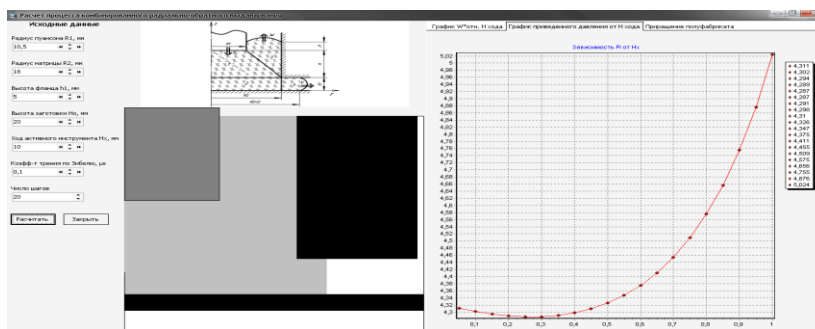


Рис. 1. Програмна реалізація моделювання процесу комбінованого видавлювання

Висновки. Враховуючи вимоги сьогодення і перспективи розвитку вищої освіти, навчання студентів технічних спеціальностей та майбутніх фахівців з комп'ютерної інженерії має вийти на якісно новий рівень. В зв'язку з цим необхідним є стимулювання створення спільних проектів студентів різних напрямків спеціалізації, що дозволять вирішити конкретні технічні задачі, які представляють науковий та практичний інтерес.

Література

1. Prediction of the Variation of the Form in the Processes of Extrusion / I. Aliiev, L. Aliieva, N. Grudkina, I. Zhbankov // Metallurgical and Mining Industry: scientific and technical journal. – Dnepropetrovsk : NMetAU, 2011. – Vol. 3, No 7. – P. 17–22. – ISSN 2076–0507.
2. Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софіна О. Ю., Шушур О. М. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислення.: Навчальний посібник, 2013.

УДК 51 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩІ ПЛОСКИХ ФІГУР

М.А. Денисов¹, Я.А. Котов²

^{1,2} Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: ¹denisovkram18@gmail.com, ²kotov20010731@gmail.com

Представлено розроблений програмний додаток, призначений для розв'язування задач, у яких присутнє завдання (або один з кроків у розв'язанні) на обчислення площі плоскої фігури.

A developed software application is presented for solving problems in which there is a problem (or one of the steps in solving) on the calculation of the area of a plane figure.

Програмний додаток був розроблений з метою прискорення виробництва різноманітної кількості продукції, у процесі виробництва якої, необхідно розраховувати площу складових поверхонь. Для цього багато людей використовують звичайний калькулятор, але наш додаток значно спрощує цей процес, тому що користувач не замислюється над формулою розрахунку даної площі, він просто вводить значення і отримує вже готовий результат. Таким чином виробник якоїсь деталі чи меблевої фурнітури не витрачає час на розрахунки, замість нього це робить програма. Програмний додаток являє собою Windows Form(рис.1), розроблену на мові програмування С#, перед користувачем відкривається меню, в якому користувач обирає фігуру та формулу, за якою буде обчислена площа. Далі користувач вносить розміри фігури та натискає кнопку «Розрахувати», навпроти якого підписано «Площа фігури», буде обчислено площу за вказаними розмірами. У подальшому розвитку програму можна вдосконалити, додавши об'ємні фігури та розрахунок криволінійних фігур. Ми розраховуємо на те, що наша програма буде гарним помічником для студентів, робітників підприємств, а також звичайних людей, які безпосередньо займаються математикою.

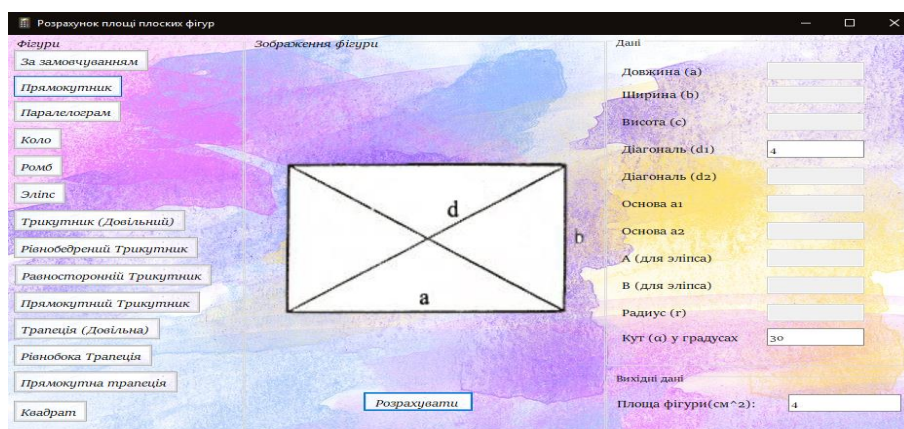


Рис. 1. Скріншот роботи додатку

УДК 004.383.4

**НАУЧНЫЙ КРУЖОК - МОДЕЛЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ
НАПРАВЛЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ И СМЕЖНЫХ
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

А.В. Жартовский¹, В.И. Кравченко²

¹Донбасская государственная машиностроительная академия, Краматорск
e-mail: jaw7491@gmail.com

²Донбасская государственная машиностроительная академия, Краматорск
e-mail: krwkld84@gmail.com

Описується принципи організації і діяльність студентського наукового гуртка який розглядається к одна з моделей удосконалення математичної підготовки студентів напрямку комп'ютерні науки і суміжних спеціальностей.

The principles of the organization and activity of the student scientific circle which is considered to one of models of improvement of mathematical preparation of students of the direction computer Sciences and adjacent specialties are described.

Постановка проблемы. Для обеспечения себя высокой конкурентоспособностью на рынке труда молодые специалисты по компьютерным и смежным специальностям должны быть деятельными и достаточно компетентными в области математики, применяемой во всех жизненных сферах - экономической, технической, медицинской и т.п. Это возможно только в том случае, если будущие выпускники, бакалавры и магистры обладают надлежащими высокими профессиональными и математическими знаниями, а также навыками, полученными в ВУЗе и позволяющими применять эти теоретические знания на практике. В то же время из-за известных причин, и об этом неоднократно писалось, уровень математических знаний у студентов направленности компьютерные науки и смежных специальностей, например технологов, механиков, будущих специалистов по автоматизированному управлению, остается недостаточно высоким [1-4]. Одним из способов повышения математической компетенции являются занятия в постоянно действующем научном кружке. Однако вопросы важности такой работы со студентами и подготовки методических пособий в этом направлении, несмотря на отдельные публикации, еще недостаточно освещены в литературе [5]. Целью работы является изложение основных методологических принципов организации и проведения работы со студентами в постоянном научном кружке, полученных на основе многолетнего педагогического опыта. Научная новизна работы заключается в методике и способе организации работы со студентами в постоянном научном кружке.

Изложение основного материала. Методические подходы к изучению темы кружковой работы меняются при переходе от школьного образования к высшему. В связи существующей школьной методикой,

подкрепленной высокой доступностью учебников в интернете, позволяющей изучать предметы без помощи преподавателя, т.е. самостоятельно у учащихся может развиваться высокая самооценка. Это позволяет им неосознанно сосредоточиться на формальном изучении предметов, а в некоторых случаях может и поспособствовать формированию выученной беспомощности – такому состоянию при котором обучаемый не стремится к совершенствованию своих компетенций знаний, считая, что он и так во всем разбирается и все знает. Такое явление наносит вред последующей подготовке специалистов при переходе школьников в систему высшего образования. В этом случае бывшему школьнику полезно работать в студенческом научном кружке, где формирование специалиста происходит в практической работе, начиная от предпроектных исследований и заканчивая созданием натуральных образцов технических объектов, их математических, информационных и графических моделей. При этом работа по математическому моделированию является как раз той ступенью, поднимаясь на которую студент заставляет себя совершенствовать свои математические знания, преодолевая тем самым выученную беспомощность. На этом фундаментальном положении и базируется индивидуальная работа по воспитанию самостоятельно мыслящего специалиста.

Организационно деятельность кружка строится на основании «Временного межфакультетского внутрифакультетского Положения», утверждаемого проректором «по науке» и согласованного с заведующими заинтересованных кафедр. Положение регламентирует состав кружка - руководителя и научных консультантов студентов. Все работают на безвозмездной основе. Единственно если в составе слушателей кружка есть одаренный студент, то его консультант может списать до 50 часов нагрузки за счет научной работы второй половины дня. План работ составляется, как правило, на год и включает в себя актуальную научную тематику по направленности факультета. Первостепенное внимание уделяется включению в план тем, способствующих совершенствованию компетентности студентов в области дисциплин фундаментальной подготовки, особенно математической. В кружок принимаются все желающие студенты факультета, любых курсов, включая дипломников. Для информирования студентов о деятельности кружка, в начале учебного года проводятся рекламные мероприятия. Привлекается академическая многотиражка, радио, доски объявлений, сайты кафедр и академии. Приводится информация о цели и задачах работы кружка, его истории, достижениях, руководителях, адреса, пароли для связи и удаленной работы, а также перечень возможных тем для новичков.

Индивидуальная работа со студентом производится на основе личного плана. Личный план строится с учетом продолжения обучения и получения квалификации бакалавра и магистра (научного магистра).

Вновь поступающие проходят входной контроль по математике для выявления общего уровня математической подготовки и возможных пробелов в знаниях и умениях. В основе контроля лежат базовые математические теоретические знания и практические приемы решения математических задач, которыми должен владеть студент данного курса. К этой процедуре привлекаются высококвалифицированные преподаватели кафедры высшей математики.

Тематика научных работ предусматривает автоматизированное проектирование и моделирование различных систем производственного, научного, экологического или медицинского назначения. Возможно изготовление отдельных устройств и создание программ, а также комплексные проекты, объединяющие все эти направления. Для повышения компетентности студентам прививаются необходимые знания и навыки из различных областей науки и техники, а обучение проводится по современным методикам конструирования и исследования проектируемых объектов.

Что бы обеспечить качественное обучение и получение положительных результатов работа со студентами строится на следующих основных принципах:

- индивидуальность. Личный план составляется для каждого студента отдельно. Содержание плана формируется на основе фундаментальных положений современных образовательных технологий, с учетом ликвидации пробелов в области математики, начертательной геометрии, инженерной графики, моделирования систем, теории автоматизированного управления и других прикладных дисциплин рабочих программ фундаментальной и профессиональной подготовки.

- непрерывность. Возможность развития научной тематики на протяжении всего периода обучения.

- самостоятельность и конкретность. Выполнение научной работы связывается с практической подготовкой студентов, работой производственного филиала кафедры и оперативными потребностями рынка труда в регионе.

- гласность. Личный план студента предполагает его участие в различных конкурсах, конференциях, написание тезисов и журнальных статей, подачу заявок на изобретения и регистрацию авторских прав на программные продукты, алгоритмы и проч.

В качестве примера можно рассмотреть работы по исследованию параметров электроимпульсных процессов, выполненные двумя студентами, участниками научного кружка.

Направленность студентов – компьютерные науки и автоматизация производственных процессов.

Суть работ — проектирование, конструирование и изготовление действующего экспериментального стенда для изучения электроимпульсных процессов получения новых материалов и моделирование обработки результатов исследования методами

математической статистики, позволяющими найти оптимальное сочетание параметров.

Следует также отметить, что именно разработка различных математических моделей и исследование их поведения непосредственно способствовала повышению уровня математической компетентности студентов при решении практических задач.

Кроме того, разрабатывая техническое предложение, студенты, преодолевая выученную беспомощность, приобрели устойчивые навыки и умение проводить патентный поиск и выполнять литературный обзор, а потребность изучения иностранных источников заставила их по-новому подойти к изучению иностранных языков - английского и немецкого.

Выводы. Эффективность такой модели подхода к самостоятельной научной работе студентов различных специальностей подтверждается достигнутыми результатами. Так вышеописанные работы, принимали участие в двух этапах Всеукраинского конкурса студенческих научных работ, десяти региональных, украинских и международных конференциях. При этом во всех печатных работах обязательно присутствовали математические модели, которые можно рассматривать как свидетельство улучшения математической подготовки кружковцев.

По работам получено положительное решение на «полезную модель» и зарегистрировано авторское право на программный продукт «Альпинист» от 18.06.2018 № 80323. Также важно отметить, что студенты-участники научного кружка всегда стремятся улучшить свое текущее положение в вузе, тем самыми преодолевая выученную беспомощность. Они сдают сессии на "хорошо" и "отлично", что, несомненно, является залогом будущего успешного трудоустройства, высокой компетентности и профессионализма.

Литература

1. Власенко Е.В. Теоретические и методические аспекты преподавания высшей математики с применением информационных технологий в инженерной машиностроительной школе: монография / Е.В. Власенко. – Донецк : Ноулидж, 2011. – 410 с.

2. Дем'яненко А.Г. Сучасна інженерна та математична освіта в Україні: деякі проблеми, реалії, тенденції і перспективи. Матеріали міжнародної науково-методичної Інтернет-конференції «Проблеми математичної освіти: виклики сучасності (2018)» [Електронне мережне наукове видання] збірник матеріалів. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 14,1 Мб. С. 39-43.

3. Кравченко В.И. Математическое моделирование в самостоятельной работе студентов специальности ИТП при изучении дисциплин гуманитарной подготовки. /В.И. Кравченко, В.В Кравченко/ Збірник науково-методичних робіт. – Вип. 8. – Донецьк: ДонНТУ, 2013. – 321 с., С. 144 – 151.

4. Кравченко В.И. Производственный филиал кафедры в системе подготовки конкурентоспособных специалистов по информационным технологиям /В.И. Кравченко, В.В Кравченко/ Alma mater (Вестник высшей школы). – 2014. – № 3. С. 57-62.

5. Цели и задачи деятельности студенческих научных кружков [Электронный ресурс] Режим доступа: https://studopedia.ru/10_158130_tseli-i-zadachi-deyatelnosti-studencheskih-nauchnih-kruzhkov.html

УДК 378.146

**ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ
ШИФРУВАННЯ ДАНИХ ПРИ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ У
КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ**

С.Л. Загребельний¹, О.О. Загребельна², О.А. Костіков³

¹Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: szagrebeldny@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6246-4519>

²Навчально-виховний комплекс «ЗОШ-ДНЗ», Костянтинівка
e-mail: elenzagrebeldna@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1858-6671>

³Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: alexkst63@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3503-4836>

Автори статті займалися проблемою розгляду математичних алгоритмів шифрування даних при передачі інформації у комп'ютерних мережах. Були розглянуті алгоритми шифрування даних пов'язані з геометричними поняттями симетрії та асиметрії. Симетричний алгоритм шифрування DES, був розроблений ще у 1977 році, він має єдиний ключ, який відомий двом зацікавленим сторонам. Знаючи такий ключ, розшифрувати дані не є проблемою. У асиметричному алгоритмі (AES) для шифрування застосовуються два ключа, перший – для кодування, а другий – для розкодування даних, що є найбільш захищеним алгоритмом.

The authors of the paper were engaged in the problem of considering mathematical algorithms of data encryption when transmitting information in computer networks. The algorithms of data encryption were considered in connection with the geometric concepts of symmetry and asymmetry. Symmetric DES encryption algorithm was developed in 1977, and has a single key that is known to the two interested parties. Knowing this key, decoding data is not a problem. In the asymmetric algorithm (AES), two keys are used for encryption, the first is for encoding, and the second for decoding data, which is the most secure algorithm.

В останні роки в сфері освіти спостерігається стрімке збільшення інтересу до автоматизації контролю результатів навчання. Провівши дослідження ринку програмних продуктів автори прийшли до висновку, що треба розробити власний програмний продукт за технологією «клієнт-сервер».

Багато вітчизняних педагогів працювали над проблемою мережевого комп'ютерного тестування особливо В. Биков, Ю. Дорошенко, М. Жалдак, та ін.; проблемі контролю знань та їх оцінювання за допомогою комп'ютера присвячені роботи В. Гондюл, В. Дейнеко, О. Петрашук та ін.; питання інформатизації системи освіти досліджували М. Жалдак, Л. Забродська, Н. Морзе, та ін.; захисту інформації у мережах присвячені праці В. Лужецького, А. Кожухівського, О. Войтович.

У своїй роботі автори статті визначилися з тим, що для обробки

результатів тестування найбільш підходить централізована схема організації системи на основі «клієнт-сервер». Дана схема дозволяє проводити тестування одночасно для декількох людей, наприклад, цілої навчальної групи, і після закінчення проходження тесту останнім студентом отримати кінцеву статистику. Цей вид тестування не замінює традиційних методів контролю знань студентів та учнів, а доповнює їх, дозволяє істотно скоротити витрати часу при обробці результатів.

Найкращим впровадженням схеми «клієнт-сервер» є реалізація її як в локальній, так і в глобальній мережах. Так, в локальній мережі зручно проводити тестування у комп'ютерному класі відразу для всієї групи. Варіант з глобальною мережею підійде для тестування знань і навичок при заочно-дистанційному навчанні або екстернатній формі навчання у школах, що на сучасному етапі має широке поширення, а також для тестування знань студентів та учнів, які з деяких причин (наприклад, за станом здоров'я) не можуть бути присутніми на аудиторних заняттях.

Для того, щоб студенти або учні не могли змінити результати свого тестування, авторами статі були розглянуті та впроваджені у програмний продукт математичні алгоритми шифрування даних. Розглянемо деякі із них.

Перший – це *метод симетричного шифрування* передбачає використання одного і того ж ключа, що зберігається у секреті, для зашифрування і для розшифрування даних (наприклад, алгоритм Ю. Цезаря). Математична модель алгоритму Цезаря складається в тому, що кожному символу алфавіту треба надати порядковий номер (нумеруючи з 0), то шифрування і дешифрування можна виразити формулами модульної арифметики:

$$\begin{aligned} y &= (x + k) \bmod n \\ x &= (y - k) \bmod n, \end{aligned} \tag{1}$$

де x - символ відкритого тексту, y - символ шифрованого тексту, n - потужність алфавіту, а k - ключ.

Тепер розглянемо схему методу симетричного шифрування на рис. 1 [1, с.197].



Рис. 1. Схема використання методу симетричного шифрування

Другий – це *метод асиметричного шифрування*, в основі, якого лежить поняття односпрямованої функції, що має такі властивості:

- 1) прості обчислення значення функції $y = f(x)$;
- 2) існування оберненої функції $x = f^{-1}(y)$;
- 3) складні обчислення значення оберненої функції $x = f^{-1}(y)$.

Фактично в асиметричній криптографії використовується підклас односпрямованих функцій – односпрямовані функції з обхідними шляхами, для яких оборотна функція може бути обчислена так само просто, як і пряма, тільки якщо відома спеціальна інформація про обхідні шляхи. Ця спеціальна інформація виконує роль секретного ключа.

Методи асиметричного шифрування передбачають використання двох ключів. Один з них, несекретний застосовується для зашифрування, інший (секретний, відомий тільки одержувачу) – для розшифрування.

Схему використання методу асиметричного шифрування наведено на рис. 2 [1, с.198].

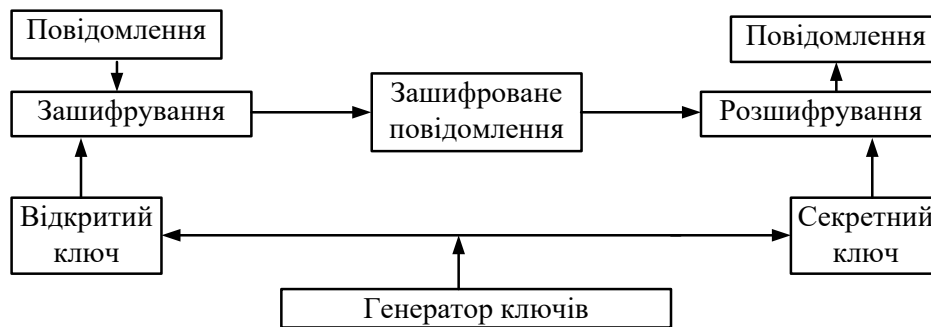


Рис. 2. Схема використання методу асиметричного шифрування

Найвідомішими асиметричними криптографічними системами є системи RSA (Rivest, Shamir, Adleman), Діффі-Хелмана, Эль-Гамала і криптосистема на основі еліптичних кривих.

Таким чином, проведені дослідження показали, що завдяки широкому застосуванню таких відкритих мереж передавання даних, як Internet і побудованих на їхній основі мереж Intranet і Extranet криптографічні алгоритми знаходять усе більш широке застосування для шифрування даних при передачі по комп'ютерній мережі, у якості шифрування даних для своєї комп'ютерної програми автори взяли алгоритм асиметричного шифрування (RSA).

Література

1. Лужецький В.А. Основи інформаційної безпеки : навчальний посібник / В. А. Лужецький, А. Д. Кожухівський, О. П. Войтович. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 268 с.
2. Стандарт шифрування даних [Електроний ресурс] - URL: <http://lib.mdpu.org.ua/e-book/kruptologiya/lect6.html>
3. Шифр Цезаря [Електроний ресурс] - URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Шифр_Цезаря.

УДК 51 РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ ОБ'ЄМІВ ТІЛ ПО ЗАДАНИХ ПАРАМЕТРАХ

Д. В. Корсун¹, А. В. Тіщенко²

^{1,2} Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: ¹dmitry.korsun.v@gmail.com, ²artemwbvtv@gmail.com

Програма створена для студентського колективу для спрощення знаходження об'ємів тіл по заданих параметрах. Також додаток можна використовувати для перевірки обчислення об'ємів складних тіл.

The program is designed for the student team to simplify finding the volumes of solids on the set parameters. Also, the application can be used to check the calculation of volumes of complex bodies.

Наш додаток значно спрощує процес знаходження обсягу тіл. Користувач не витрачає час над формулою розрахунку, йому достатньо просто ввести значення і отримати готовий результат. Таким чином студент чи робітник будь-якої галузі може користуватись програмою для збереження часу. При запуску програми відкривається головне меню (рис. 1). Зліва представлений список фігур для яких потрібно знайти об'єм. Вибираємо потрібну фігуру відкривається вікно з малюнком і параметрами куди потрібно буде ввести числове значення для обчислень. Так само передбачено дію коли обсяг представлений не цілим числом, можна вибрати скільки чисел після коми потрібно буде вивести для більш точних розрахунків. Після чого можна натиснути кнопку "Найти", де знизу зліва в певному місці можна побачити порахований обсяг тіла. Надалі ми плануємо спростити інтерфейс для більш зручних розрахунків, а також перенести програму як мобільний додаток для універсальності і компактності. Ми розраховуємо на те що наш додаток допоможе робітникам і студентам зберегти час на вирішення інших задач.

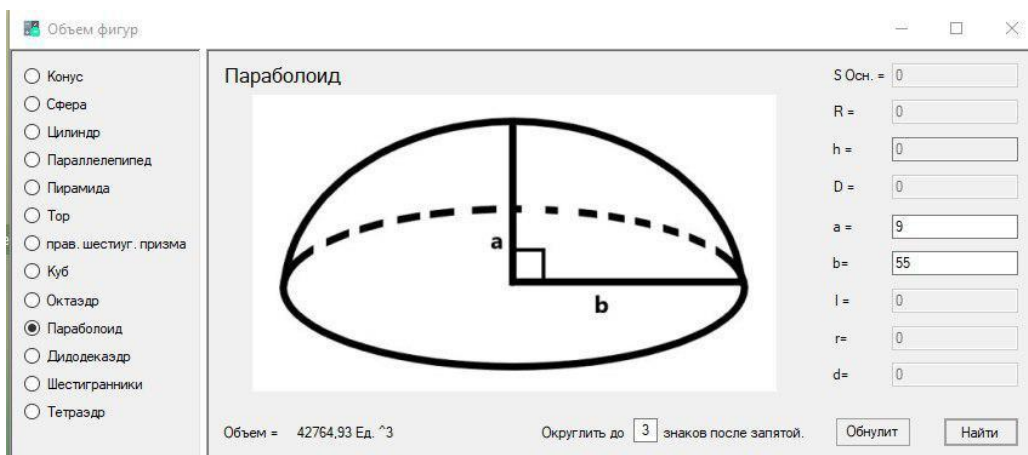


Рис. 1. Головне меню програми

УДК 004.383.4
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПІДТРИМКИ
ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ДИСПЕТЧЕРА МАЛОГО АТП

В.І. Кравченко

Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: krwkld84@gmail.com

Описуються формули для математичного моделювання визначення диспетчером собівартості перевезень автотранспортом малого підприємства. Результати моделювання використовуються для підтримки рішень по вбору раціонального логістичного маршруту.

The formulas for mathematical modeling of determining the cost of transportation by a small enterprise motor transport by a dis-petcher are described. The simulation results are used to support decisions on a sustainable logistics route.

Постановка проблеми. Автотранспортні підприємства (АТП), виконуючи перевезення, іноді допускають перевитрату пального, мастил і інших розхідних матеріалів. в зв'язку з невисокою транспортною логістикою маршрутів, по яким їх направляє диспетчер. Особливо це чутливо для приватних і малих АТП (з числом автомобілів менше 25 де начальник (хазяїн) такого АТП одночасно поєднує функції головного інженера, начальника гаража, служби експлуатації, диспетчера, бо сам править машини на закази). Диспетчер АТП завантажений кропіткою ручною роботою по документальному оформленню перевезень (закази, замовники, подорожні листи, товарно-транспортні накладні і т.і.) за браком часу іноді чисто фізично не має можливості приділити достатню увагу формуванню раціональному маршруту руху автотранспорту, [1] а не те що розрахувати вартість послуг згідно з власними витратами (зарплата водіям, слюсарям, пальне, дорожні витрати) [1]. Та без обчислення собівартості, як являється базовою функцією логістики перевезень неможливо зіставляти маршрути між собою та назначати маржинальний прибуток підприємства [2, 3]. Тому автоматизація функціональної діяльності диспетчера АТП, по розрахунку собівартості перевезень являється актуальною.

Мета роботи – автоматизувати обчислювальну діяльність диспетчера. Задача роботи – розробити математичну модель ціноутворення вартості маршруту.

Викладення основного матеріалу. Ціноутворення собівартості палива ґрунтується на обліку змінних витрат, величина яких пропорційна кількості витраченого палива і залежить від використовуваного автомобіля.

Ціна собівартості перевезень розраховується в чотири етапи:

- визначення витрат пального;

- визначення пробігу автомобіля;
- визначення собівартості використання бензину;
- визначення собівартості експлуатації автомобіля.

Вартість витрат палива P_i для i -тої машини на 1 кілометр пробігу визначається за формулою:

$$P_i = k \cdot P_{100} / 100, \quad (1)$$

де k коефіцієнт коригування норм витрат палива (в умовах міста, за містом); P_{100} - витрата бензину на 100 кілометрів пробігу.

Собівартість пробігу на 1 км C обчислюється за формулою:

$$C = P_i \times Z, \quad (2)$$

де Z – ціна палива за 1 літр.

Собівартість використання палива на 1 км M обчислюється за формулою:

$$M = C \times L, \quad (3)$$

де L – довжина маршруту.

Собівартість перевезення вантажу G обчислюється за формулою:

$$G = m \times L \times R, \quad (4)$$

де m – вага перевозимого вантажу, R – вартість перевезення вагою 1 т на 1 км.

Собівартість експлуатації автомобіля S обчислюється за формулою:

$$S = G + M, \quad (5)$$

Загальний пробіг всіх автомобілів в АТП за добу $ЗП_C$ визначається за формулою:

$$ЗП_C = \sum P_i, \quad (6)$$

Загальний пробіг всіх автомобілів в АТП за декаду $ЗП_Д$ визначається за формулою:

$$ЗП_{Д} = 10 \times ЗП_{С} = 10 \times \Sigma P_i, \quad (7)$$

Загальний пробіг всіх автомобілів в АТП за місяць $ЗП_{М}$ визначається за формулою:

$$ЗП_{М} = 30 \times ЗП_{С} = 10 \times \Sigma P_i, \quad (8)$$

Після виконання замовлення диспетчер порівнює фактичні витрати палива із запланованим і на підставі математичної моделі видає відхилення за добу, обчисленої за формулою:

$$З_{\text{пробіг}} = П_{П} - ЗП_{В} = П_{П} - \Sigma P_i, \quad (9)$$

де $П_{П}$ - запланований пробіг.

Виконуючи свої службові обов'язки, диспетчер веде щодобовий облік пробігу автотранспорту та витрати палива.

Необхідна інформація знаходиться в подорожньому листі в розділі «Залишок» і в графі «Результат роботи автомобіля за зміну».

Автоматичне ведення обліку витрати палива і пробігу автотранспорту за формулами (1.1 - 1.6) та порівняння значень витрат за різними маршрутами може буде використано диспетчером для підтримки рішення по вибору маршруту руху автотранспорту.

Вартість всього замовлення і його виконання визначається сумою відповідних трудомісткостей і вартості всіх послуг, що входять в замовлення.

До собівартості замовлення додається також де яка сума маржинального прибутку.

Висновки. Розроблена математична модель визначає дані та їх реквізити, що дозволяє повністю автоматизувати діяльність диспетчера та вивільнити його час для творчої роботи по створенню логістично-оптимальних маршрутів. Напрямок продовження роботи – проектування повнофункціонального автоматизованого робочого місця диспетчера малого АТП.

Література

1. Типовая должностная инструкция диспетчера АТП. [Электрон. ресурс] Режим доступа: <https://altsoftronics.blogspot.com/2014/03/instrdisp.html>
2. Транспортная логистика. [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://svoedelo-kak.ru/biznes/vedenie/logistika.html#i-8>
3. Желтикова И.А., Маховникова Г.А., Пузыня Н.Ю. Цены и ценообразование. – СПб.: «Питер», 1999.-112 с.

ВИКОРИСТАННЯ ОНЛАЙН-СЕРВІСІВ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ЧИСЛЕННЯ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ**В.М. Левченко¹, А.В. Новік²**

¹Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ
e-mail: vladislav4ik.ua1377@gmail.com

²Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ
e-mail: antikillerman2@gmail.com

Продемонстровано можливості застосування різноманітними онлайн-калькуляторами під час навчання інтегрального числення майбутніх інженерів. Наведено приклади залучення онлайн-калькулятора math10.com під час навчання студентів технічних спеціальностей теми «Визначений та невизначений інтеграл»

Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій зумовлює появу нових методик навчання. Саме тому, використання інформаційних технологій у сфері інженерії та особливо математиці є досить питомим. Досить велика кількість учених присвячували увагу питанням залучення різноманітних ІТ винаходів для нових підходів до систематизації знань про певну галузь науки. Науковцями було запропоновано систематизовано користуватися такими технологіями. Тому, впродовж навчання вони рекомендують систематизувати користування різноманітними онлайн-калькуляторами, системами комп'ютерної алгебри тощо. Продемонструємо, як саме можуть бути застосовані такі технології під час навчання студентів технічних спеціальностей теми «Визначений та невизначений інтеграл» (рис. 1).

$$\int \frac{e^{3x} + 1}{\cos(2x)} dx =$$

Рис.1. Заданий знаходжуваний інтеграл

Проте, для її обчислення, ми пропонуємо залучення онлайн-калькулятора math10.com [3].

В даному сервісі можна знайти різноманітні методи обчислення дробово-раціональних, тригонометричних інтегралів за допомогою різних методів. Наведемо інструкцію щодо застосування даного сервісу:

1. Вводимо знаходжуваний інтеграл (рис.2).
2. Обираємо, який це інтеграл: визначений чи невизначений (рис.2).

Неопределенный ▾ интеграл

$$\int \frac{(e^{3x} + 1)}{\cos(2x)} dx \quad \text{Решить}$$

Рис.2 Стрічка вводу інтеграла.

3. Натискаємо «Решить» (рис.2).

4. Отримуємо покрокове розв'язання нашого інтеграла (рис.3).

Пошаговое решение:

1. Перепишите подынтегральное выражение:

$$\frac{e^{3x} + 1}{\cos(2x)} = \frac{e^{3x}}{\cos(2x)} + \frac{1}{\cos(2x)}$$

2. Почленовая интеграция:

А. Не известны шаги для нахождения данного интеграла.

Но это интеграл равен

$$\int \frac{e^{3x}}{\cos(2x)} dx$$

А. Не известны шаги для нахождения данного интеграла.

Но это интеграл равен

$$-\frac{1}{4} \ln(\sin(2x) - 1) + \frac{1}{4} \ln(\sin(2x) + 1)$$

Результат равен:

3. Добавьте постоянную интегрирования:

$$-\frac{1}{4} \ln(\sin(2x) - 1) + \frac{1}{4} \ln(\sin(2x) + 1) + \int \frac{e^{3x}}{\cos(2x)} dx + \text{const}$$

Рис 3. Кінцевий результат з покроковим розв'язанням

Такий підхід до навчання є досить раціональним, адже він сприяє не тільки розвитку навичок до застосування інформаційних технологій, але й більшій інтенсифікації навчання, що в умовах скорочуваних курсів математики є потребою. В подальшому планується дослідити питання щодо застосування інших онлайн-калькуляторів під час вивчення інших розділів математики.

Література

1. Власенко К.В. Робочий зошит з вищої математики для майбутніх інженерів. / К.Власенко, І. Реутова, О. Лупаренко. – Донецьк : Ноулідж, 2013. – 124 с.
2. Семеріков С.О. Хмарні технології навчання: витоки / С.О. Семеріков, О.М. Маркова, А.М. Стрюк // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – Том 46. – №2. – С. 29-44.
3. [Електронний ресурс]- <https://www.math10.com>

УДК 378:004.9

РОЗРОБКА ШАБЛОНУ САЙТУ НАВЧАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ CMS WordPress

Т.М. Матейко¹, Д.А. Коваленко²

¹Інститут хімічних технологій СХУ ім. В.І. Даля, Рубіжне
e-mail: mateyko.tanya@gmail.com

²Інститут хімічних технологій СХУ ім. В.І. Даля, Рубіжне
e-mail:-daria.kovalenko07@gmail.com

Проаналізовано переваги та недоліки використання системи управління контентом WordPress для розробки освітніх ресурсів. Розроблено шаблон сайту навчального призначення та докладну покрокову інструкцію для створення сайту за шаблоном та наповнення його контентом.

The advantages and disadvantages of using WordPress content management system for the development of educational resources are analyzed. A template for a training site and a detailed step-by-step instruction for creating a site by template and filling it with content is developed.

Інформатизація є одним з найважливіших механізмів реформування системи освіти, яка спрямована на підвищення якості, доступності та ефективності освіти. В рамках інформатизації освіти виникає не тільки необхідність в використанні засобів інформаційно-комунікаційних технологій, а також і в проектуванні та розробці освітніх ресурсів.

На сьогоднішній день існує безліч систем управління контентом (Content Management System, або CMS), що дозволяють в найкоротші терміни створити потужний і сучасний освітній ресурс.

Зацікавленість питанням використання CMS в процесі розробки різноманітних освітніх ресурсів висвітлювали у своїх працях вітчизняні та зарубіжні науковці, до яких, зокрема, належать: А. А. Гаспарян [1], В. Ю. Грушевська [2], О. А. Пилипчук [3] та інші, що також свідчить про актуальність даного питання.

Метою даної роботи є опис розробленого шаблону для створення освітнього сайту для викладачів математики.

Проаналізувавши можливості різних CMS було прийняте рішення про доцільність використання в даній роботі системи управління контентом WordPress [4].

Серед переваг обраної CMS можна виділити наступне: швидкість роботи, зрозуміла і проста панель управління, великий вибір доступних доповнень і розширень, гнучка можливість seo-оптимізації, підтримка сучасних веб-стандартів, безкоштовне використання.

До недоліків відносять часом низьку швидкість завантаження сайту та обмежений набір базових функцій. Проте для даної розробки ці недоліки не є критичними.

Для розширення функціональних можливостей сайту, що може бути створений на основі розробленого шаблону, в даній роботі використані плагіни.

Плагін WordPress – це програмний додаток, покликаний внести додаткову функціональність в роботу сайту. За допомогою плагінів на WordPress можна реалізувати практично будь-яке поставлене завдання.

При розробці шаблону використані наступні плагіни:

– WP-Pro-Quiz. Дозволяє створювати на сайті вікторини та тести.
– Contact Form 7. Дозволяє створювати на сайті різноманітні форми зворотнього зв'язку.

– TinyMCE Advanced. Плагін розширює функціональні можливості візуального редактору WordPress.

Головна сторінка розробленого шаблону для створення сайту (рис. 1) відображає останні новини та оголошення.

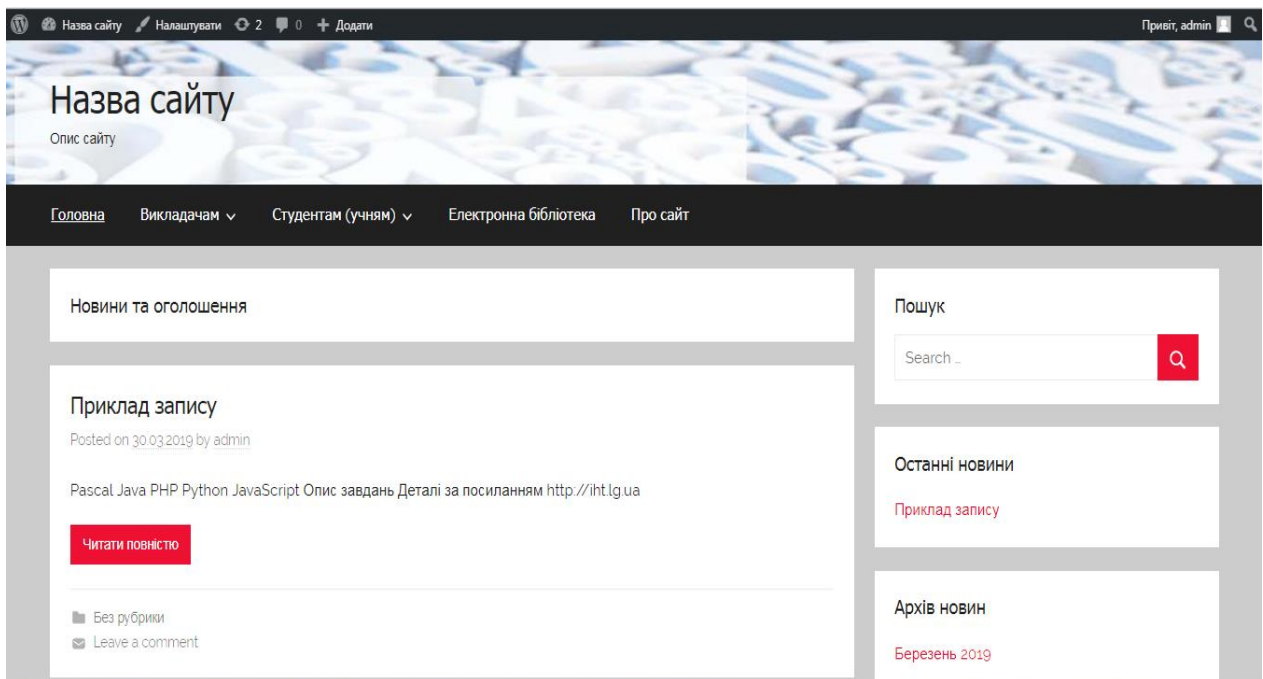


Рис. 1. Головна сторінка шаблону

У верхній частині сторінки міститься меню сайту, що має такі розділи: «Головна», «Викладачам», «Студентам», «Електронна бібліотека» та «Про сайт».

Розділ «Викладачам» містить пункти «Публікації» (для забезпечення можливості публікації у відкритий доступ наукових публікацій викладача) та «Методичні рекомендації».

Розділ «Студентам (учням)» (рис.2) складається з таких пунктів: «Навчальна програма», «Лекції», «Практичні заняття», «Тестові завдання», «Тренажери», «Консультація викладача».

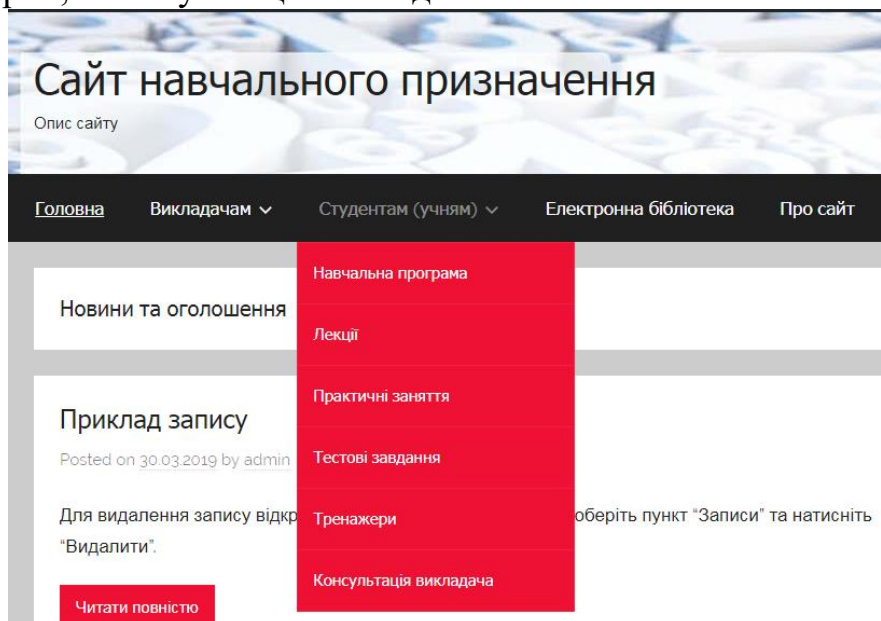


Рис. 2. Розділ «Студентам (учням)»

Розділ «Електронна бібліотека» надає можливість користувачу розмістити інформацію про Інтернет-ресурси, що можуть бути використані в процесі навчання з зазначенням назви та опису певного ресурсу.

У розділі «Про сайт» наведена загальна інформація про призначення даного сайту та дані про розробника.

Отже, в процесі виконання роботи був проведений детальний аналіз сучасних Інтернет-технологій, основних понять і програм, що застосовуються для створення шаблонів сайту, методів і способів подання на Web-сторінках різних видів інформації. Запропоновано та розроблено шаблон для створення сайту навчального призначення.

Результати даної роботи можуть бути використані в будь-яких навчальних закладах.

Література

1. Гаспарян А. А. Использование CMS при создании образовательных ресурсов / А. А. Гаспарян // Ученые записки: науч. журнал Курск. гос. ун-т.. – 2011. – №3.
2. Грушевская В.Ю. Системы управления контентом и обучением как инструменты создания информационной среды образовательного учреждения / В.Ю. Грушевская, О.Н. Грибан // Педагогическое образование. 2012. – № 5. – с. 49-55.
3. Пилипчук О. А. Порівняння найпопулярніших CMS для створення освітнього інтернет-сайту. / О. А. Пилипчук, О. Ю. Усата. // Актуальні питання сучасної інформатики. – 2016. – С. 34–37.
4. Офіційна сторінка Wordpress-Україна [Електронний ресурс]. – Електронні дані – Режим доступу: <https://uk.wordpress.org/> (дата звернення: 23.04.2019) – Назва з екрану.
5. Tris Hussey Using WordPress. Б.М. : Que, 2012, - 425p.

УДК 378.147
ЕЛЕКТРОННИЙ ОСВІТНІЙ РЕСУРС З КУРСУ МАТЕМАТИКИ
ДЛЯ СЛУХАЧІВ - ІНОЗЕМЦІВ В СЕРЕДОВИЩІ СКМ MAPLE

В.М. Михалевич¹, Н.Б. Дубова², І.А. Клєопа³

¹Вінницький національний технічний університет, Вінниця
e-mail: vmykhal@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1557-7331>

²Вінницький національний технічний університет, Вінниця
e-mail: dubova1953@gmail.com

³Вінницький національний технічний університет, Вінниця
e-mail: paseka08@gmail.com

Наведено обґрунтування необхідності розробки навчально-методичного забезпечення навчального процесу з курсу математики безпосередньо в середовищі систем комп'ютерної математики відповідно до положення про електронні освітні ресурси (ЕОР). Запропоновано авторський підхід до викладення навчального матеріалу та організації самостійної роботи і контролю знань у різних її формах із використанням розробленого ЕОР для слухачів - іноземців.

The substantiation of the need to develop educational and methodological support of the educational process in the course of mathematics directly in the environment of computer mathematics systems in accordance with the provision on electronic educational resources is given. The author's approach to the presentation of educational material and the organization of independent work and the control of knowledge in its various forms using the developed electronic educational resource for students - foreigners is proposed.

В [1] зазначається, що «Переважна більшість навчально-методичних матеріалів з вищої математики й дотепер розробляється у вигляді навчальних посібників і видається в паперовому варіанті. Численні опитування свідчать, що студенти користуються переважно електронними версіями цих посібників в одному з форматів: pdf, djvu, doc, docx. Навіть навчальні посібники, зорієнтовані на використання систем комп'ютерної математики (СКМ) все одно розробляються та використовуються у вказаний спосіб [2, 3, 4]. Звичайно це штучно обмежує можливості використання СКМ і тим самим суттєво знижує його ефективність під час навчання вищої математики.»

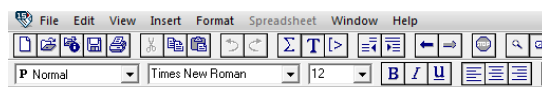
З появою СКМ з'явилась можливість розробляти навчально-методичне забезпечення навчального процесу з вищої математики безпосередньо в середовищі таких систем. Звичайно таким способом підготовлені освітні матеріали мають низку переваг й недоліків у порівнянні з традиційними паперовими і, навіть, електронними підручниками, навчальними посібниками, довідниками, методичними вказівками і т. ін. Фрагменти такого посібника наведено в [2]. Проте тільки в 2012 р., з метою модернізації освіти, забезпечення рівного доступу учасників навчально-виховного процесу до якісних навчально-методичних

матеріалів, що створені з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України був виданий наказ «Про затвердження Положення про електронні освітні ресурси» [5].

Авторами розроблено навчальний посібник у вигляді ЕОР [6], що є одним з найперших, в якому здійснена спроба розробки навчально-методичних матеріалів в середовищі СКМ Maple, з урахуванням подальшого їх використання в цьому ж середовищі.

Поряд із традиційними підходами до викладення навчального матеріалу передбачено використання обчислювальних можливостей середовища системи комп'ютерної математики.

Кожний підрозділ ЕОР оформлений у вигляді окремого Maple-файлу (Рис. 1) із забезпеченням переходу від одного до іншого за допомогою гіпертекстових посилань (Рис. 2).



1. Зміст

[2. Вступ](#)

[3. Лінійні рівняння](#)

[4. Квадратні рівняння](#)

[5. Алгебраїчні рівняння вищих порядків](#)

[6. Системи рівнянь](#)

Рис. 1. Структура посібника

Матеріали ЕОР розміщено на сайті із забезпеченням унеможливлення несанкціонованих змін цих матеріалів, що відповідає стандарту SCORM (Рис. 3).

В той же час, користувач, на комп'ютері якого встановлено СКМ Maple, може відкривати електронні копії вказаних матеріалів, змінювати їх під час роботи в середовищі СКМ Maple та зберігати змінені копії на автономному комп'ютері.

Викладено способи використання стандартних команд СКМ Maple для знаходження розв'язків типових задач у вигляді кінцевих відповідей, а також програмні конструкції різного рівня універсальності для отримання покрокового ходу розв'язку.

Запропоновані програмні способи генерування завдань забезпечують отримання будь-якої кількості їх варіантів та гнучкий інструмент для зміни рівня складності.

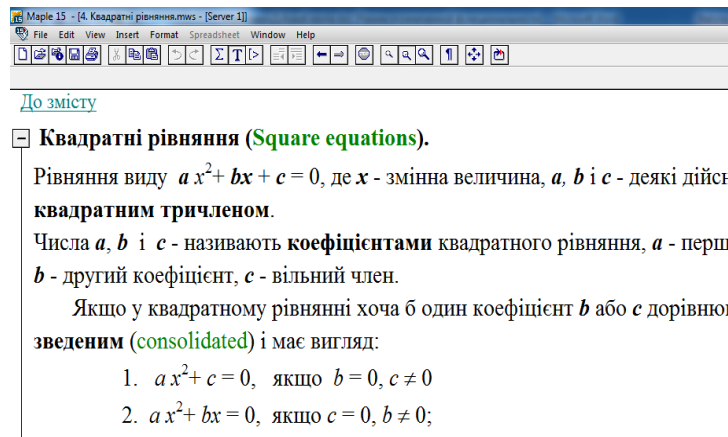


Рис. 2. Гіпертекстові посилення між різними розділами посібника

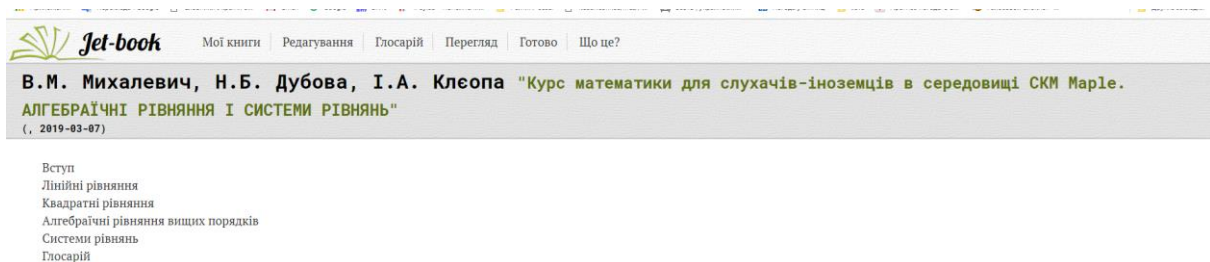


Рис. 3. Розміщення посібника на сайті ВНТУ.

Проведення занять з використанням ЕОР надає можливість підвищити інтенсивність засвоєння слухачами - іноземцями навчального матеріалу та формувати навички їх самостійної роботи, зокрема, з використання СКМ для розв'язання типових задач математики.

Література

1. Михалевич В. М., «Розробка електронних освітніх ресурсів в середовищі СКМ Maple,» в Матеріали конференції «Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності (2018)», Вінниця, 2018. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/pmovc/index/pages/view/zbirn2018> Дата звернення: Квіт. 2019
2. Михалевич В. М. Maple. Комп'ютерна підтримка курсу вищої математики в технічному вузі. Частина I. Лінійна й векторна алгебра. Аналітична геометрія. Навчальний посібник/ В.М. Михалевич - Вінниця: ВНТУ, 2004. - 111 с.
3. Михалевич В.М. Математичне програмування разом з Maple. Частина I. Методи розв'язування задач лінійного програмування. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2008.-158 с.
4. Михалевич В. М. Вища математика. Математичне програмування в Maple. Частина II. Двоїсті та цілочислові задачі лінійного програмування: навчальний посібник / В.М. Михалевич, О.І. Тютюнник – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 78 с.
5. Наказ МОН України від 01.10.2012 № 1060 з доповненнями згідно наказу МОН від 01.09.2016 №1061 “Про внесення змін до Положення про електронні освітні ресурси”/ [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1695-12>.
6. Михалевич В. М. Курс математики для слухачів-іноземців в середовищі СКМ Maple. Алгебраїчні рівняння і системи рівнянь: ЕОР/ В.М. Михалевич,, Н. Б. Дубова, І. А. Клеопа. - Вінниця: ВНТУ, 2019.

УДК 532.5
**МЕТОД ГРАТКОВИХ РІВНЯНЬ БОЛЬЦМАНА: ЗАСТОСУВАННЯ,
ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

А.О. Остапенко

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», Маріуполь
e-mail: ostapt5@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3368-8203>

Робота присвячена аналізу методу ґраткових рівнянь Больцмана: ідеї, особливостям програмної реалізації та перспективам розвитку. Цей метод є новим напрямком у обчислювальній гідродинаміці, що використовує кінетичний підхід до моделювання динаміки рідини. Метод має низку переваг, що робить його популярним у багатьох дослідженнях. Серед недоліків методу умовна стійкість та невелика швидкість розрахунків.

The article is associated with the analysis of the lattice Boltzmann method: the main idea, the features of the software implementation and the development perspectives. This method is a new approach in computational hydrodynamics, which uses a kinetic theory to fluid dynamics simulation. The method has a number of advantages, which makes it popular in many studies. Among the disadvantages of the method are conditional stability and low speed of calculations.

Вступ. Метод ґраткових рівнянь Больцмана (LBM від англ. Lattice Boltzmann Method) - метод обчислювальної гідродинаміки (CFD), який використовує кінетичну теорію газів для моделювання динаміки рідини [1-2]. Даний метод на відміну від класичних підходів, таких як, наприклад, метод скінченних елементів, метод скінченних об'ємів, метод дискретних вихорів, метод дифузійних швидкостей, гідродинаміка згладжених частинок, не використовує рівняння Ейлера чи Нав'є - Стокса для моделювання динаміки рідини. Замість звичних характеристик потоку, таких як швидкість, густина та тиск, LBM оперує дискретними функціями розподілу частинок.

Метод LBM з'явився в 1990 році і продовжує бурхливо розвиватися. Це пов'язано з широким спектром його обчислювальних можливостей. У дослідженнях останніх років метод ґраткових рівнянь Больцмана застосовувався для моделювання багатофазних систем, теплопереносу, багатокомпонентних течій, систем з рухомими межами, а також систем з вільною поверхнею. Створені як комерційні (PowerFLOW, XFlow), так і вільно поширювані (Palabos) пакети програм для розрахунку задач обчислювальної гідродинаміки, засновані на LBM.

Метою роботи є дослідження методу ґраткових рівнянь Больцмана та його можливостей при моделюванні течій в'язкої рідини.

Метод ґраткових рівнянь Больцмана: D2Q9 BGK модель. В рамках LBM обчислювальна область розбивається на комірки деякої

форми (2D: прямокутник, шестикутник; 3D: паралелепіпед), що задає решітку [3]. В комірках цієї решітки знаходяться псевдочастинки, які визначають динаміку рідини. Можливі напрямки переміщення частинок визначаються типом решітки, а самі псевдочастинки описуються статистично за допомогою дискретної функції розподілу.

Кінематична в'язкість в LBM визначається за формулою [3]:

$$\nu = c_s^2 \Delta t \left(\tau - \frac{1}{2} \right) \quad (1)$$

де c_s – швидкість звуку в комірниці, пов'язана з базовою швидкістю в комірниці співвідношенням:

$$c_s = \frac{1}{\sqrt{3}} c = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{d}{\Delta t} \quad (2)$$

де Δt – крок по часу;
 τ – параметр релаксації.

Виходячи із (1) та умови $\nu > 0$, отримаємо обмеження: $\tau > 0,5$. Оскільки варіації τ можуть привести до нестійкості, то встановимо $\tau = 1$, що забезпечить стійкість розв'язку.

Система дискретних кінетичних рівнянь, що описує динаміку ансамблю псевдочастинок, має вигляд [3-4]:

$$f_k(\vec{r} + \vec{e}_k d, t + \Delta t) = f_k(\vec{r}, t) + \Omega_k, k = \overline{0,8} \quad (3)$$

де Ω_k – оператор зіткнень (модель інтеграла зіткнень)

$\vec{r} = (x, y)$ – вектор координат,

t – час;

Таким чином, один крок за часом складається із трьох етапів: переміщення частинок, їх зіткнення (рис. 1) та розрахунок параметрів рідини, таких як швидкість, тиск та густина за формулами:

$$\rho(\vec{r}, t) = \sum_{k=0}^8 f_k(\vec{r}, t); \vec{u}(\vec{r}, t) = \frac{1}{\rho(\vec{r}, t)} \sum_{k=0}^8 c \vec{e}_k f_k(\vec{r}, t); p(\vec{r}, t) = c_s^2 \rho(\vec{r}, t) \quad (4)$$

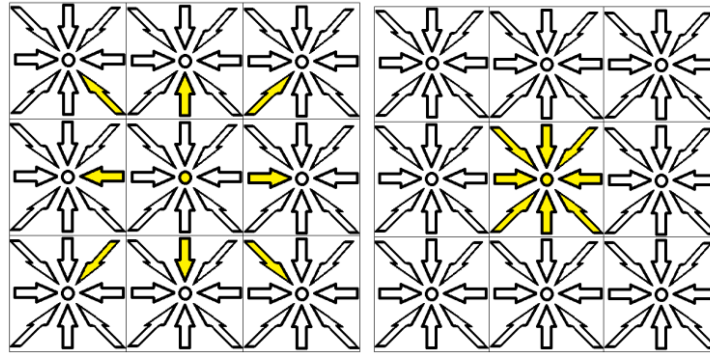


Рис. 1. Схеми переміщення та зіткнення частинок

Проведена серія чисельних експериментів з моделювання течій в'язкої рідини методом LBM. Результати порівнювалися із результатами інших чисельних експериментів. На рис. 2 порівнюються колірні діаграми модуля швидкості для течії у квадратній каверні із різними числами Рейнольдса. Порівняння показало високу точність отриманих методом ґраткових рівнянь Больцмана розв'язків.

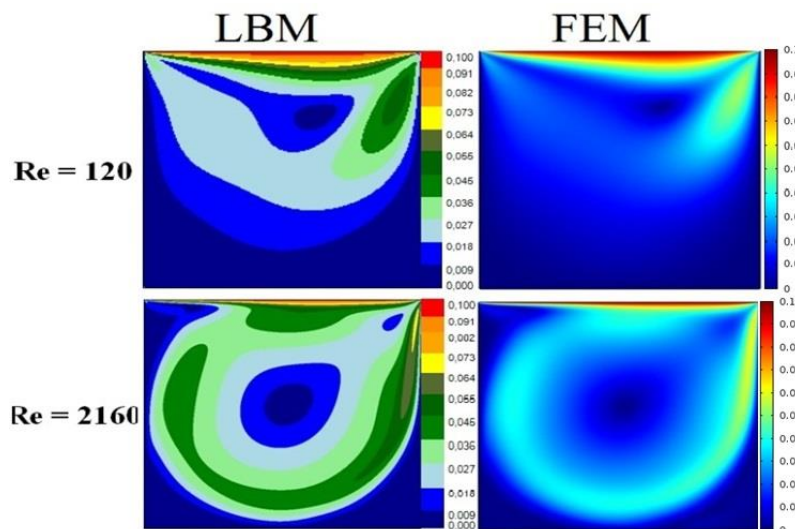


Рис. 2. Порівняння Схеми переміщення та зіткнення частинок

Література

1. Куперштох А.Л. Трехмерное моделирование двухфазных систем типа жидкость-пар методом решеточных уравнений Больцмана на GPU / А.Л. Куперштох // Вычислительные методы и программирование. – 2012. – № 13. – С. 130-138.
2. Succi S. The Lattice Boltzmann Equation: A New Tool For Computational Fluid-Dynamics / S. Succi, R. Benzi // Physica D: Nonlinear Phenomena. – 1991. – Vol. 47. – P. 219-230.
3. Sucop M. Lattice Boltzmann Modeling. An Introduction for Geoscientists and Engineers / M.Sucop. – Miami: Springer, 2006. – 171 p.
4. Wolf-Gladrow D. Lattice-Gas Cellular Automata and Lattice Boltzmann Models - An Introduction / D. Wolf-Gladrow. – Bremerhaven: Alfred Wegener Institute for Polar and Marine, 2005. – 273 p.

УДК 51-7

МАТЕМАТИЧНІ АЛГОРИТМИ У ПРОГРАМУВАННІ

В.О. Салюк¹, О.В. Сігова²

¹МК Донбаської державної машинобудівної академії, Краматорськ
e-mail: vladsalyuk7@gmail.com

²МК Донбаської державної машинобудівної академії, Краматорськ
e-mail: sigova108@gmail.com

У статті розглядаються питання математики в програмуванні, а саме: важливість і розвиток математики в області програмування, виникнення алгоритмів, концепція математичної логіки, алгоритмічної науки; впровадження алгоритмів у розробці комп'ютерних систем, програмування як засіб вираження алгоритмів, технології створення комп'ютерних програм.

The article deals with questions concerning mathematics in programming, namely: the importance and development of mathematics in the field of programming, the emergence of algorithms, the concept of mathematical logic, algorithmic science; the implementation of algorithms in the development of computer systems, programming as a means of expressing algorithms, technology for creating computer programs.

На сьогоднішній день весь світ переживає період глобальної комп'ютеризації. На цьому фоні думки щодо приналежності математики до програмування дещо розбігаються. Іноді можна почути твердження, що математика в програмуванні – це написання програм для деякої математизованої предметної області. Тобто, якщо ви не маєте в планах контактувати з цією предметною областю, то й знання з математики не зовсім потрібні. Програмування та машинна математика стали новим напрямком у науковому пізнанні. Вони сприяють глибокому проникненню в різноманітні галузі людського знання, також вони «стерли» грані між гуманітарними і природничо-науковими дисциплінами.

"Еволюція як "інтелектуальних" пакетів програм, - відзначає І. Н. Молчанов, - так і експертних систем у майбутньому, очевидно, приведе до створення гібридних систем, у яких використовуватимуться як формалізовані алгоритми обробки інформації, так і досвід спеціалістів-операторів. Саме в гібридних експертних системах поєднуюватимуться як "жорсткі", так і "м'які" моделі та способи обробки інформації [2]. Якщо говорити про відношення математики до програмування, то вона є корисною тут перш за все тим, що дає можливість застосовувати такі базові речі, як дедукція й формалізм. А ці дві речі є необхідними для будь-якого проекту. Бо без дедукції й формалізму буде неможливо будувати

архітектуру програмного забезпечення. Та й взагалі будь-який системний розвиток цього програмного забезпечення без цих двох речей не є можливим. Усі науки стали математизуватися за допомогою нової машинної математики, що дало новий імпульс у розвитку сучасного наукового знання.

Мета дослідження – з'ясувати приналежність математики та її складових до програмування; визначити, що таке алгоритм, та в якому вигляді алгоритми виконують своє призначення при застосуванні їх у програмуванні.

Усі науки стали математизуватися за допомогою нової машинної математики, що дало новий імпульс у розвитку сучасного наукового знання. Актуальність алгоритмічної науки прийшла з періодом глобальної комп'ютеризації та автоматизації. Якщо подивитися на сучасну науку і техніку, то можна зазначити, що динаміка розвитку комп'ютерного обладнання, мов і систем програмування, різноманітних спеціалізованих комп'ютерних систем обробки, аналізу і передачі інформації вимагає знання новітніх технологій інформатики та реалізації алгоритміки.

Класична математична теорія алгоритмів виникла в математичній логіці у 1930-х як інструмент для доведення алгоритмічної нерозв'язності певного класу математичних проблем. Поняття алгоритму активно використовується в таких галузях, як обчислювальна математика, математична та технічна кібернетика, проектування ЕОМ і програмування.

Особливу роль як засобу для вираження алгоритмів в обчислювальних системах відведено програмуванню. Прагнення позбавити користувача зайвої деталізації та кодування під час складання програм привело до появи цілого сімейства алгоритмічних мов високого рівня. Цей процес продовжує бурхливо розвиватися та є визначальним у ІТ технології.

Однією з основних задач математичної логіки є аналіз основ математики. Але в наш час вона вже давно вийшла з рамок цієї задачі і суттєво вплинула на розвиток самої математики. Із її ідей виникло точне визначення поняття алгоритму, що дозволило розв'язати багато питань, які без цього залишались би в принципі нерозв'язаними. Апарат, який виник в математичній логіці, знайшов застосування в питаннях конструкцій обчислювальних машин і автоматичних пристроїв. Саме апарат математичної логіки (алгебра логіки) лежить в основі схемотехніки комп'ютерів. Теорія алгоритмів безпосередньо пов'язана з теорією

керування, вона являє собою теоретичний фундамент програмування й інформатики.

При потребі створити комп'ютерну програму, необхідно записати алгоритм, дотримуючись спеціальних правил мови програмування, яку розуміє і людина, і комп'ютер. Для того, щоб створені програми були успішними, треба застосувати технологію програмування. Технологія містить перелік правил, які є обов'язковими для дотримання.

Запис алгоритмів здійснюється при їх розробці і поданні. Алгоритм являє собою певну інструкцію для виконавця, яку можна задати різними способами — словами, формулами, послідовністю обчислюваних операцій чи логічних дій тощо. На практиці застосовують різні способи запису алгоритмів у текстовій та графічній формах [1].

Висновки. Під час проведення дослідження була визначена роль математики та її складових у програмуванні. Математика ніколи не стоїть на одному місці. Її проникнення у сферу програмування є досить явною. Розглядаючи програмування як принципово новий метод у науковому пізнанні, академік В. М. Глушков відзначає, що цей математичний експеримент "займає проміжне місце між класичним дедуктивним методом і класичним експериментальним методом дослідження" [3]. Якщо ще глибше зануритися у дослідження, то можна буде стовідсотково дати відповідь щодо приналежності математики до програмування. Програмування не є повноцінним без математики, і це факт.

Література

1. <http://cpp.dp.ua/ponyattya-algoritmu/>
2. Молчанов И. Н. Проблемы и перспективы развития прикладного программного обеспечения //Управляющие системы и машины. – No2. – 1988.
3. Енциклопедія кібернетики : [у 2 т.] / редкол.: В. М. Глушков (відп. ред) [та ін.] ; АН Української РСР. - Київ : Голов. ред. Укр, рад. енцикл., 1973. Т. 2 : М-Я / Головна редакція Української радянської енциклопедії. – 1973. – 570
4. Вища математика. Теорія наукових досліджень у фармації та медицині: Підручник/ Е.І. Личковський, П.Л. Свердан.–К.: Знання, 2012.–476 с.

УДК 681.3.06
ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ДЕЯКИХ МАТЕМАТИЧНИХ
ФУНКЦІЙ ІЗ УМОВНИМ ОПЕРАТОРОМ

Н. П. Селезньова¹, О. І. Кушлик-Дивульська²

¹Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ
e-mail: nadijasel@gmail.com

²Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ
e-mail: olgakushlyk64@gmail.com

В процесі розв’язування задач часто потрібно зробити вибір із кількох можливих варіантів подальших дій в залежності від певних умов. В кожній мові програмування чи програмному середовищі описано оператор чи функцію вибору, тобто відома логічна функція IF, умовний (логічний) оператор. В роботі описано та показано практичне використання математичних функцій SUMIFS (СУММЕСЛИМН), COUNTIFS (СЧЁТЕСЛИМН) та оператора конкатенації &.

In the process of tasks solving, it is often necessary to choose from several possible further action alternatives depending on certain conditions. In each programming language or development environment, a dedicated operator or a selection function is described, that is known as the logical function IF or the conditional (logical) operator. The paper describes and practically demonstrates the use of mathematical functions SUMIFS, and COUNTIFS and the concatenation operator &.

Відома еволюція оператора розгалуження – від першої комп’ютерної мови Assembler [2] (низка команд передачі керування) до сьогоднішнього найчастіше використовуюваного на практиці програмного продукту Microsoft Excel із логічною функцією IF (ЕСЛИ).

Логічна функція IF(ЕСЛИ, ЯКЩО) є стандартною та досить широкоживаною в Microsoft Excel. Синтаксис функції IF: (логічний вираз; значення_якщо_true; значення_якщо_false). У записі аргументів «значення_якщо_true_ і значення_якщо_false» можна застосовувати до 64 вкладених одна в одну функцій IF для побудови більш складних перевірок [1]. Її найчастіше використовують для побудови графіків функцій, також поширеними є застосування із функціями AND, OR та NOT.

Метою роботи є демонстрація використання математичних функцій SUMIFS(СУММЕСЛИМН) та COUNTIFS (СЧЁТЕСЛИМН), які було додано до набору функцій, починаючи з версії Microsoft Excel 2007. Вони можуть перевіряти до 127 умов [1], причому для кожної умови можна задати свій діапазон.

Для запису умов інколи виникає необхідність роботи з текстовими операторами. Важливим є оператор конкатенації (склеювання, аналог додавання для текстових даних), в Excel позначається &, його робота є інтуїтивно зрозумілою. Оператор & дозволяє, зокрема, одну частину

тексту написати в явному вигляді, в якості іншої використати посилання на комірку. Це зручно використовувати при записі критеріїв для логічних функцій, що продемонстровано при застосуванні SUMIFS та COUNTIFS в наведеному далі прикладі.

Відомий розподіл службовців компанії за віком, освітою, строком роботи в компанії, розміром посадового окладу, трудовим стажем (таблиця 1), представлено тільки частину даних, а обчислення показано для всіх 20 службовців.

Таблиця 1

Статистичні дані

| № (порядковий номер службовця) | Вік | Освіта | Строк роботи в компанії | Посадовий оклад (тис. грн) | Трудовий стаж (повних років) |
|--------------------------------|-----|--------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 1 | 19 | Сер. | 1 | 7 | 1 |
| 2 | 25 | Сер. | 2 | 9 | 3 |
| 3 | 29 | Бак. | 4 | 12 | 8 |
| 4 | 31 | Сер. | 3 | 9 | 12 |
| 5 | 31 | Бак. | 3 | 11 | 10 |
| 6 | 43 | Маг.р | 5 | 18 | 20 |

Обчислення сумарного окладу співробітників із заданого вікового діапазону за допомогою функції SUMIFS показано на рис. 1.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|-------------------------------|-----|---------------------------|---|---------------------|------------|---|---|-------------------------|
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | №(порядковий номер службовця) | Вік | Посадовий оклад (тис.грн) | | Вік починаючи з ... | Вік до ... | Сумарний оклад співробітників із даного діапазону | Кількість співробітників в даному діапазоні | Середня заробітна плата |
| 4 | 1 | 19 | 7 | | 18 | 22 | 15 | 2 | 7,5 |
| 5 | 2 | 25 | 9 | | 22 | 26 | 19 | 2 | 9,5 |
| 6 | 3 | 29 | 12 | | 26 | 30 | 24 | 2 | 12 |
| 7 | 4 | 31 | 9 | | 30 | 34 | 20 | 2 | 10 |

Рис. 1. Використання функції SUMIFS

На рис. 2 показано обчислення кількості співробітників із даного вікового діапазону за допомогою функції COUNTIFS.

| Н4 fx =СЧЁТЕСЛИМН(\$B\$4:\$B\$23;">="&E4;\$B\$4:\$B\$23;"<"&F4) | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-----|---------------------------|---|---------------------|------------|---|---|-------------------------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| 2 | | | | | | | | | |
| | №(порядковий номер службовця) | Вік | Посадовий оклад (тис.грн) | | Вік починаючи з ... | Вік до ... | Сумарний оклад співробітників із даного діапазону | Кількість співробітників в даному діапазоні | Середня заробітна плата |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | 1 | 19 | 7 | | 18 | 22 | 15 | 2 | 7,5 |
| 5 | 2 | 25 | 9 | | 22 | 26 | 19 | 2 | 9,5 |
| 6 | 3 | 29 | 12 | | 26 | 30 | 24 | 2 | 12 |
| 7 | 4 | 31 | 9 | | 30 | 34 | 20 | 2 | 10 |

Рис. 2. Скріншот використання функції COUNTIFS

Для функції COUNTIFS, що знаходиться в комірці G4, перший критерій повинен бути ">=18", а другий – "<22", для функції COUNTIFS, що стоїть в комірці G5, перший критерій повинен бути ">=22", а другий – "<26" і т.д. Логічніше не задавати ці критерії в явному вигляді, а обчислювати їх із значень відповідних комірок стовпчиків E та F. Це дозволить легко змінити вікові діапазони при потребі, не кажучи вже про те, що рядків у подібних задачах може бути дуже багато.

Для функції COUNTIFS, що в комірці G4, перший критерій за допомогою оператора конкатенації можна записати як ">="&E4, а другий – як "<"&F4; для функції COUNTIFS, що у комірці G5, перший критерій записують аналогічно: ">="&E5 та "<"&F5 і т.д. Тоді для заповнення всієї таблиці достатньо заповнити комірки G4 та H4, а далі використати автозаповнення (або просто скопіювати відповідні формули). Крім того, у випадку зміни значень у E4:F14 формули у комірках G4:H14 не потребуватимуть корекції.

Література

1. Назва з екрана: <https://excel2.ru/articles/funkciya-esli-v-ms-excel-esli>.
2. Погорельый С. Д., Слободянюк Т. Ф. (1985) Программное обеспечение микропроцессорных систем: Справочник. –К.: Техніка, – 240 с.

УДК 51-74
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ
ОБКочУВАННЯ ТРУБЧАТИХ ЗАГОТОВОК ІНСТРУМЕНТОМ
ТЕРТЯ

С.О. Шевцов¹, С.О. Павлова²

¹Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: sheser.ssa1@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4905-2170>

²Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: vm@dgma.donetsk.ua

В тезах продемонстровано побудовану робочу схеми обкочування інструментом тертя трубчатих заготовок на основі метода скінчених елементів. Граничні та початкові умови для моделювання були отримані згідно з теоріями теплопровідності, оболонок та пластин. Результати моделювання дозволяють відобразити температурний режим обкочування на всіх етапах формоутворення днища, що дозволяє обрати найбільш оптимальні параметри процесу.

In the theses the constructed working schemes of grinding are shown by the tool of friction of tubular blanks on the basis of the finite element method. Limit and initial conditions for simulation were obtained according to theories of heat conductivity, shells and plates. The results of the simulation allow to display the temperature mode of scaling at all stages of bottom forming, which allows you to choose the most optimal parameters of the process.

В сучасних умовах важливим завданням для України є розвиток машинобудування. Це стане можливим за умови підвищення якості та зниження собівартості виробленої металопродукції. Усі деталі машин у енергетичному машинобудуванні відносяться до виробів відповідального призначення і значна частина з них виробляється способами гарячого пластичного деформування. Особливе місце серед цих виробів займають тонкостінні деталі з днищем (газові балони, корпуси вогнегасників, корпуси гідроциліндрів та амортизаторів та ін.). Ці вироби мають специфічну форму та виготовляються з декількох частин (пустотілий корпус, днище та горловина), які зварюються. Собівартість зазначених виробів висока. Виготовлені таким способом деталі не гарантують високу надійність з'єднання металу днища й корпусу балону. В результаті ударна в'язкість і міцність металу балону в зоні зварного шва є низькою. За цих умов можливий обрив днища балону під дією високого тиску. На сьогодні менш розповсюдженим методом для виготовлення тонкостінних деталей з днищем є спосіб використання операції обкочування трубної заготовки інструментом тертя (ІТ).

Мета роботи – встановити вплив температурного режиму обкочування на процес для підвищення якості днищ балонів та ємностей з трубчастих для різнотовщинних трубчатих заготовок.

Об'єкт досліджень: процес виготовлення днищ балонів підвищеної міцності та герметичності ротаційним обкочуванням інструментом тертя.

Встановлення оптимальних умов температурного режиму проводився на основі рівняння теплопровідності та методів розв'язку рівнянь математичної фізики. Теоретичні дослідження напружено-деформованого стану (НДС) обкочування ІТ заготовки проводився на основі теорії оболонок та методу верхньої оцінки. Таким чином були визначені початкові та граничні умови для моделювання методом скінчених елементів в пакеті Deform3d. Початковий момент моделювання обкочування ІТ зображено на рисунку 1.

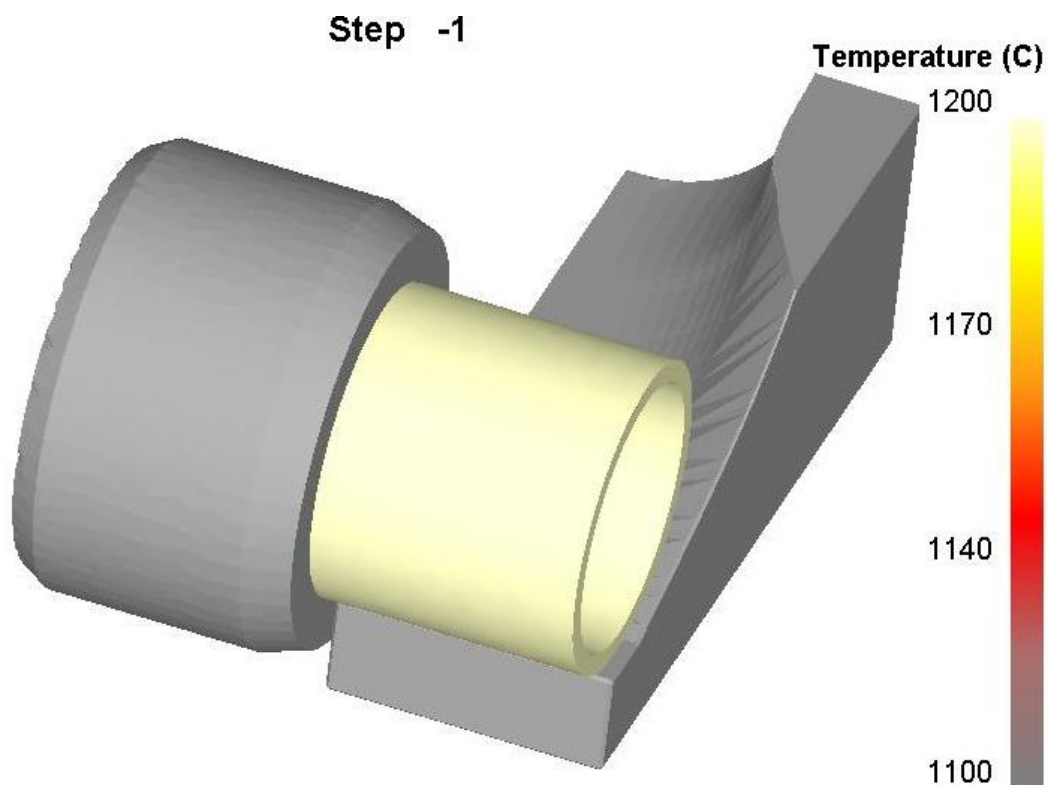


Рис. 1. Скінченно-елементна модель процесу тангенціального обкочування ІТ трубних заготовок на початковому етапі

Тепловий стан трубчатих заготовок в процесі обкочування ІТ було встановлено за допомогою МСЕ. За результатами цього дослідження було встановлено температуру днища на час закінченні процесу обкочування. Ця температура буде відповідати температурі при котрій відбувається зварювання стінок заготовки в осьовій зоні (рис. 2).

За результати температурних досліджень МСЕ можна зробити певні висновки: картина розподілу температур в заготовках на внутрішній

поверхні днища температура нижча ніж на зовнішній, цей перепад температур збільшується при зниженні початкової температури нагрівання заготовки; п процесі обкочування швидкість зростання температури зменшується та поступово стабілізується до встановленої.

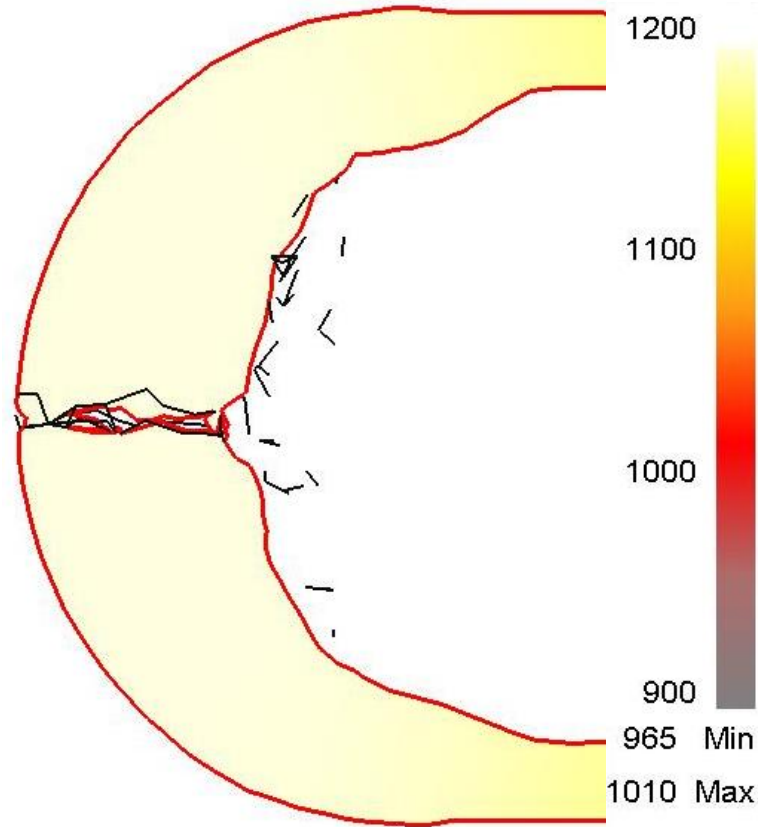


Рис. 2 – Розподіл температур у заготовках

Висновки. Проведені дослідження дозволили створити працюючу схему досліджень температурного стану трубної заготовки при обкочування інструментом тертя, що в подальшому дозволить провести моделювання для різних вхідних параметрів обкочування.

Література

1. Шевцов С. О. Удосконалення технології виробництва днищ балонів на основі обкочування інструментом тертя з підсадкою: монографія / С. О. Шевцов, О. Є. Марков, О. М. Кулік. – Краматорськ : ДДМА, 2018. – 128 с. ISBN 978-966-379-836-3.
2. Капорович В. Г. Производство деталей из труб обкаткой / В. Г. Капорович. – М. : Машиностроение, 1978. – 136 с
3. Паламарчук В. О. Аналіз роботи деформування заготовок при ротаційній обкатці труб інструментом тертя / В. О. Паламарчук, С. О. Шевцов// Совершенствование процессов и оборудования обработки давлением в металлургии и машиностроении. Межвуз.сб. научн. трудов, Краматорськ,1999,– с.310- 312.

УДК 51

**МИНУЛІ ТА СУЧАСНІ АСПЕКТИ ПРИКЛАДНОЇ
МАТЕМАТИКИ**

В. М. Давиденко

Інститут хімічних технологій Східноукраїнського національного університету
ім. В. Даля (м. Рубіжне), Рубіжне
e-mail: vikdavidenko70@gmail.com

Сформульовані цілі та задачі прикладної математики як окремої математичної науки. Представлений історичний аспект розвитку і формування прикладної математики. Наведений короткий опис математичних основ і методів кібернетики, а також сучасних напрямів розвитку прикладної математики.

Aims and tasks of applied mathematics as separate mathematics science are formulated. Historical aspect of development and formation of applied mathematics is presented. Brief description of mathematics fundamentals and methods of cybernetics as well as modern development trends of applied mathematics are given.

Прикладна математика вважається областю математики, яка формує науковий інструмент для створення математичних моделей об'єктів, систем, процесів та технологій, які призначені для проведення розрахунків, аналізу, знаходження оптимальних рішень та розробки наукоємкого програмного забезпечення в усіх сферах виробничої, господарської, економічної, соціальної, управлінської діяльності, в науці, техніці, медицині, освіті.

Такого визначення прикладна математика почала набувати близько 50 років тому, коли відбувся значний скачок у розвитку електронно обчислювальних машин. На протязі багатьох століть в колі математиків і вчених інших природничих наук обговорювалось питання значущості математики при дослідженні усяких явищ природи, а також те, наскільки раціонально розвивається математика, як окрема наука.

Розвиток і стан математики в різні часи мав різний характер. Математика Стародавнього Сходу (XX-VI ст. до н. е.) обмежувалась вимірюваннями та арифметичними розрахунками, ціллю якої було полегшити календарні розрахунки та розподіл врожаю, тобто носила виключно прикладний характер. Але, покладаючись на історичні матеріали, вже з тих часів в математиці почав розвиватися абстрактний ухил. Єгипетська арифметика маніпулювала з дробами, причому усі дробы зводилися до суми так званих основних дробів, тобто дробів, які мають у чисельнику одиницю. Серед задач, які знайдені на єгипетських папірусах, є такі, що мають виключно теоретичний інтерес.

З удосконаленням техніки розрахунків, арифметика поступово розвивалась в символічну алгебру, і як наслідок, це підштовхнуло розвиток геометрії. Взагалі. Математика того періоду носила *алгоритмічний* характер, або у сучасному розумінні, – мала *конструктивний* підхід. Таку математику ще називають емпіричною.

Зовсім по іншому розвивалась математика Стародавньої Греції (VI-III ст. до н.е.). Греки зробили спробу дати раціональні пояснення явищам природи, відкидаючи релігію і віру у надприродні сили. Пояснення деяких явищ природи мали математичний характер і зводилися до числових відношень. При цьому мала місце спроба підвести певний науковий фундамент до законів руху планет. На той час з'явилися школи (піфагорійська, атомістів), які вважали, що все різноманіття фізичного миру можна визначити виключно математичними законами. Подальші зусилля пояснити всі явища природи на підставі математичних співвідношень приводять деяких великих мислителів того часу (Платона, Плутарха) до встановлення різкої грані між світом речей та світом ідей. Платон стверджував, що тільки за допомогою *математики ідеального світу* можна осягти закони реального світу. При цьому він ігнорував будь-які прикладні задачі, наприклад застосування астрономії до навігації [2].

Протилежну концепцію вивчення фізичних явищ за допомогою математики пропонував Аристотель. В його міркуваннях математиці відводилася тільки допоміжна роль. Він підкреслював, що абстракція не існує незалежно від людського розуму, в будь-які узагальнені поняття абстраговані від реальних речей.

Маючи різні точки зору на природу отримання людським розумом істин, і Платон і Аристотель починали будь-які математичні міркування з аксіом, серед яких розрізнялись загальні поняття і постулати. Вершиною аксіоматичного методу та дедуктивної логіки грецької математики можна вважати «Начала» Евкліда, в яких на підставі аксіом викладено властивості фізичного простору та просторових фігур.

Вважається, що саме в епоху розвитку грецької культури (300 р. до н. е. – 600 р. до н. е.) математика перетворилася в справжню систематизовану науку. Але, саме тоді визначилася чітка тенденція, коли заняття математикою відбувалося заради самої математики.

На початку XVIII століття найбільш значними відкриттями, які спонукали вчених до думки про те, що математичні закони природознавства представляють собою істини, були закони Кеплера про рух планет сонячної системи, а також всім відомі три закони Ньютона. Роботи Ньютона заклали початок нової методології природознавства – *математизації* науки.

Треба відмітити, що більшість вчених XVII – XVIII сторіч були перш за все філософами і мали дуже різносторонні погляди. Наприклад, Лейбницю, як одному з засновників диференціального та інтегрального

числення належать першокласні роботи з фізики та історії. Очевидно, стан математики на той час був таким, що поява будь-яких нових математичних знань приймалось і осмислювалось більшістю вчених. Крім того, та філософія, яку запроваджували вчені тих часів, підштовхувала їх вивчати закони природи, що первин чином відобразилося на розвитку математики. У XVIII ст. були засновані та почали розвиватись такі розділи математики, як теорія диференціальних рівнянь, диференціальна геометрія, функції комплексного змінного, варіаційне числення. Почалася *спеціалізація* математики.

Символічна (формульна) мова алгебри і математичного аналізу склалася у XVIII ст., що значно вплинуло на подальший розвиток математики. До того часу, рішення математичних задач записувалось по більшості словам, тому можливість отримати розв'язок задачі аналітично, у вигляді конкретної формули, набула серед математиків принциповий характер. Але вже у XIX ст. виявилось, що рішення не кожної задачі може бути отримано строго у формульному виді. Наприклад, було доведено, що алгебраїчні рівняння загального виду ступеня вище четвертого не можуть бути розв'язані в радикалах. Для цього доцільно використовувати чисельні методи. Поступово, почала формуватися мова *алгоритмів* [1].

У другій половині XX ст. мова алгоритмів трансформувалась у алгоритмічні мови програмування, серед яких першими були АЛГОЛ, ФОРТРАН. Звичайні формули складовою частиною більшості мов програмування. Важливо, що за допомогою сучасних мов програмування описують і вирішують задачі механіки, фізики, економіки, лінгвістики, біології, соціології. А це і є однією з головних ознак прикладної математики.

Спектр задач сучасної математики надзвичайно широкий. Серед галузей та наукових напрямів можна вказати такі, як радіотехніка, електроніка, робототехніка, ядерні реактори, управління термоядерним синтезом, фізика плазми, акустика, нанотехнологія, засоби захисту інформації, томографія, математичне моделювання процесу проти інфекційного захисту, розробка експертних систем для оцінки регіональних наслідків глобальних змін клімату.

Для забезпечення цих прикладних робіт проводяться фундаментальні дослідження з математики і механіки, теорії оптимальних методів і алгоритмів, програмуванню.

Література

1. История отечественной математики: в 4 т. / АН СССР. Ин-т истории естествознания и техники, АН УССР. Сектор истории естествознания и техники ин-та истории – К.: Наукова думка, 1970. – Т. 4. – 668 с.
2. Клайн М. Математика. Утрата определенности: Пер. с англ. / Под ред. с предисл. и примеч. И. М. Яглома. – М. : Мир, 1984. – 434 с., ил.

УДК 373.31:51(091)
ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ ТА МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ BITCOIN

М. В. Дзюба¹, В. М. Петришина²

¹ВСП НАУ Слов'янський коледж Національного авіаційного університету,
Слов'янськ

e-mail: dziuba_maryna_cknau@ukr.net

²ВСП НАУ Слов'янський коледж Національного авіаційного університету,
Слов'янськ

e-mail: 1pvt17petrishinavictoria@gmail.com

У роботі досліджується питання історичних аспектів та математичних основ bitcoin. З'ясовуються взаємозв'язки, які існують між публічними і секретними ключами. Показується математика створення еліптичних підписів. Застосування математичних процедур створює «односторонні» функції, необхідні для збереження інформаційної асиметрії, яка дозволяє довести права власності на біткоїни, не розкриваючи при цьому своїх секретних ключів.

In work the question of definition of historical aspects and mathematical bases bitcoin is investigated. Interrelations which exist between public and confidential keys are found out. The mathematics of creation of elliptic signatures is shown. Application of mathematical procedures creating "the unilateral" functions necessary for safety of information asymmetry which allows to prove the property rights on bitcoin, without opening thus the confidential keys.

Розвиток криптовалюти пов'язаний з сучасним економічним життям суспільства. Високий попит і ріст цін на криптомонети визначають актуальність теми дослідження.

Глобалізація зачіпляє усі сфери життя людства і сприяє інтеграції математики в економіку, що дозволяє досягти значних успіхів в фінансових операціях. Saifedean Ammous, Сергій Базанов, Майкл Кейсі, Джеррі Голене, Елі Дурадо, Сергій Голубицький, Пол Форд, Satoshi Nakamoto, Овчинський В. С., Ларина Е. С., Віктор Фомін, Олексій Кутовенко, Віталій Пряхин, Михайло Решевський та інші активно вивчали питання пов'язані з BITCOIN.

Мета дослідження – визначення історичних та математичних аспектів bitcoin. Біткоїни – віртуальна валюта. Це означає, що він існує тільки в цифровому вигляді. Однією з основних причин, по якій люди можуть використовувати біткоїни, є те, що він існує на міжнародному рівні і не контролюється жодним урядом або компанією. Великий недолік Bitcoin полягає в тому, що в даний час не так багато роздрібних торговців, які прийматимуть його в якості валюти. Інші недоліки полягають в тому, що по-перше цифрові валюти є новою технологією, і в результаті ціна на біткоїни різко коливається, по-друге наявність хакерів, що крадуть біткоїни, вимагає підвищення рівня безпеки.

Марк Андрессен, розроблювач першого графічного інтернет-браузера NCSA Mosaic, вважає, що на фундаментальному рівні система «біткоїн» є проривом в області комп'ютерних наук, що опирається на 20 років досліджень криптографічних валют і 40 років роботи в області криптографії тисяч дослідників по усьому світі. В 1983 році Девід Чаум і Стефан Брендс запропонували перші протоколи «електронної готівки». У травні 1997 року Адам Бак для протидії відправленню спама і DoS-атакам запропонував Hashcash, оснований на системі доказу виконання роботи. Згодом подібна система в іншій реалізації стала частиною процедури створення нових блоків у біоїн-базі. Ідеї криптовалюти «b-money» описав в 1998 році Вей Дай у розсиланні шифропанків. Незалежно від нього приблизно в той же час аналогічні ідеї запропонував Нік Сабо для «bit-gold». Нік Сабо також запропонував модель ринкового механізму, заснованого на керуванні інфляцією, і досліджував деякі аспекти виявлення надійної інформації в ненадійній децентралізованій системі (задача візантійських генералів). Пізніше Хел Фінні реалізував зв'язування ланцюжків хеш-блоків для системи Hashcash на базі чипа для шифрування IBM у рамках специфікації TPM. Хел Фінні став другим учасником мережі Біткоїн. В 2008 році людиною або групою людей під псевдонімом <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D1%82%D0%BA%D0%BE%D0%B9%D0%BD> – cite_note-lenta-37 Сатоси Накамото був опублікований файл із описом протоколу й принципу роботи платіжної системи у вигляді однорангової мережі. За словами Сатоси, розробка почалася в 2007 році. В 2009 році він закінчив розробку протоколу й опублікував код програми-клієнта. 3 січня 2009 року був сгенерований перший блок і перші 50 біткоїнів. Перша транзакція по перекладу биткойнов відбулася 12 січня 2009 року – Сатоси Накамото відправив Хелу Финни 10 біткоїнів. Перший обмін біткоїнів на національні гроші відбувся у вересні 2009 року. Перший обмін біткоїнів на реальний товар відбувся в травні 2010 року – американець Ласло Ханеч за 10 000 біткоїнів одержав дві піци з доставкою. Подальшу розробку організує й координує співтовариство розробників <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D1%82%D0%BA%D0%BE%D0%B9%D0%BD> – cite_note-41, при цьому будь-які значні зміни в протоколі повинні бути прийняті більшістю власників майнингових пулов. Як працює біткоїн? Для роботи на шляху у біткоїна виникають деякі труднощі. По-перше: потрібно переконатися, що транзакції є безпечними. Для цього використовується щось, так зване ECDSA. ECDSA (Elliptic Curve Digital Signature Algorithm) – алгоритм з відкритим ключем для створення цифрового підпису, аналогічний за своєю будовою DSA (Англ. Digital Signature Algorithm – алгоритм цифрового підпису), але на відміну від нього, не над кільцем цілих чисел, а в групі точок еліптичної кривої. Це процес, який використовує еліптичні криві і скінченні поля, щоб «підписати» дані таким чином, що треті особи можуть легко перевірити справжність підпису, але при цьому сам підписуючий залишає за собою ексклюзивну можливість

створювати підписи. У випадку біткоїна «дані», які підписуються – це транзакція, яка передає право власності на біткоїни. Цей процес має дві окремі процедури для підпису і її перевірки. Алгоритм підпису, який використовує секретний ключ і алгоритм перевірки, який використовує тільки відкритий ключ. Ці зафіксовані параметри включають в себе рівняння кривої, значення модуля поля і базову точку, яка лежить на кривій. Останнім параметром є порядок базової точки, який в графічному вигляді можна уявити собі як кількість разів, яку базова точка може бути додана до себе до тих пір, поки її дотична крива не стане вертикальною. Насправді, всі практичні застосування процесу використовують величезні числа. Адже безпека цього алгоритму спирається на те, що ці значення занадто великі, щоб підібрати їх простим перебором або «брутфорсом». У разі біткоїна запис чисел заданий не в десятковому, а в більш компактному шістнадцятиричному вигляді, звичному для програмістів.

Секретні ключі і відкриті ключі. Якщо коротко, в ECDSA секретний ключ – це просто випадкове число між 1 і значенням порядку. Відкритий же ключ виходить з секретного за допомогою операції скалярного множення базової точки на значення секретного ключа. Це показує, що максимально можлива кількість секретних ключів (і, отже, біткойн-адрес) – скінчена, і дорівнює порядку. У стислому форматі публічний ключ - це просто записані підряд два 256-бітних числа, які є його x і y у координатами. Можна скористатися властивістю симетрії еліптичної кривої для отримання стисненого публічного ключа - в цьому форматі він містить лише значення координати x і інформацію про те, на якій половині кривої знаходиться точка - на нижній, або на верхній. З цієї інформації ми можемо відновити обидві координати, підставивши в рівняння кривої. Підписуємо дані секретним ключем. Ці дані можуть бути будь-якої довжини. Зазвичай першим кроком є хешування даних, щоб отримати унікальне число, що містить таку ж кількість бітів (256), як і порядок кривої.

В підсумку з'ясовано взаємозв'язки, які існують між публічними і секретними ключами. Показана математика створення еліптичних підписів і їх перевірки. Показано, як застосування простих математичних процедур створює «односторонні» функції, необхідні для збереження інформаційної асиметрії. Саме ця асиметрія дозволяє довести права власності на біткоїни, не розкриваючи при цьому своїх секретних ключів.

Література

1. Винья П. Эпоха криптовалют. Как биткоин и блокчейн меняют мировой экономический порядок / П.Винья., М.Кейси.– М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 432 с.
2. С. Биткоин для всех. Популярно о первой распределенной одноранговой денежной системе / С. Базанов. – Ridero, 2018. – 248 с.
3. Saifedean Ammous. The Bitcoin Standard: The Decentralized Alternative to Central Banking / A. Saifedean. – New York: John Wiley & Sons Inc, 2018. – 304 с.

А. О. Капелешук

Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail kapeleshchuk.k@gmail.com

Цифра – це письмовий знак, що зображує число. У древні часи числа позначалися прямолінійними позначками: одна така позначка позначала одиницю, дві палички – двійку і т. д. Цей спосіб запису несе своє коріння від зарубок. Він і понині зберігся у римських цифрах для запису чисел від 1 до 3. Для запису більших чисел таку систему запису використовувати не можливо. Це сприяло тому що з'явилися спеціальні символи для числа 10, а потім і для числа 5. Пізніше також були створені знаки для великих чисел, у різних народів та з плином часу вони змінювались, з'являлись і зникали. Також різними були і системи нумерації (способи з'єднання тих самих символів) [1, с. 56].

Вчені виділяють три види систем нумерації:

- адитивний (additio – додавання) – знаки для 1,10,100 і повторення цих знаків $1n, 10n, 100n$;
- субтрактивний (subtractio – віднімання) – сполучення цифр де $m < n$, рівнозначне різниці $n-m$;
- мультиплікативний (multiplicatio – множення) – сполучення цифр рівнозначне добутку, використовується для назви десятків і сотень в індоєвропейських мовах.

Окрім згаданих вище, у низці джерел згадується також принцип, заснований на діленні. Але в більшості систем нумерації використовувалась десяткова основа з відповідною десятковою системою числення [1, с 56; 7].

Згідно сучасних археологічних досліджень писемність зародилася в Месопотамії. Представляла вона собою об'ємну знакову систему (глиняні жетони с позначками, позначали тварин, метал, та інше). У 4 тисячолітті до н. е. починають з'являтися глиняні сосуди наповнені такими жетонами одного виду, і зверху запечатані глиною з зображенням такого ж жетону. Дослідники вважають що так виглядала перша облікова документація. Потім Месопотамія переходить до клинопису [3].

Пізніше у Древнім Єгипті з'являється аттична нумерація. Вона мала знаки для запису чисел: 1, 10, 100, 1000, 10 000, 100 000, 1 000 000. Також був спеціальний знак для позначення дробів виду $1/n$ інші дробі позначалися їх сумою, але слід зазначити що також були знаки для дробів $2/3$ та $3/4$ [2 с. 110; 6].

У Древній Греції система запису цифр була більш розвиненою. Вона мала знаки для запису чисел 1, 5, 10, 100, 1 000, 10 000, також були комбінації символів для запису чисел 50, 500, 5 000, 50 000. Де усі символи окрім одиниці позначали першими буквами слів з яких починались назви цих чисел. У III столітті до н. е. аттичний вид запису був витіснений іонійською системою, де числа 1–9 позначали першими дев'ятою символами грецького алфавіту, числа 10-90 наступними дев'ятою символами, а для позначення чисел від 100–900 використовували останні дев'ять символів грецького алфавіту. Для запису чисел 1000–9000 та 10000–90000 використовували спеціальні символи які ставили перед числом. Для відрізнення чисел від слів над ними ставили риску зверху. Дробові числа греки записували звичайним дробом [1, с 57-58; 7].

Подібні системи також використовували і слов'янські народи. Хоча розподіл цифр по алфавіту був різний. У одних числа ставили в порядку слов'янського алфавіту у інших (у тому числі старослов'янському) цифри могли позначати тільки ті букви які були у грецькому алфавіті. Для відрізнення слів від чисел над числами ставили спеціальний знак титло. На Русі така система зберігалася до кінця XVII століття поки не була замінена Петром I на арабську систему. У церковно-слов'янській мові така система зберігається і понині [1, с 58]. Цікавим є запис дробів, на Русі мали тільки такі дробі: $1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/6$, $1/8$, $1/12$, $1/16$, $1/24$, $1/32$, $1/5$, $1/7$, $1/10$ інші дробі записувалися їх сумою. Використання таких дробів пов'язано з тим що саме такі величини частіше зустрічались у лічінні землі, товару та іншого. Записували дробі чисельниками [5].

У вірменській та грузинських мовах використовувалася алфавітна система. Але велика кількість букв у алфавітах дала можливість ввести спеціальні символи для чисел від 1 000 до 9 000. Проіснувала така система до XVIII століття але вже у X–XI століттях зустрічається арабська система. У Вірменії алфавітну систему використовують і зараз для нумерації глав у книгах та строф у віршах [1, с. 59].

Зовсім інший підхід мала Вавилонська помісна нумерація. Помісною вона звалася тому що одна і та ж цифра могла означати різне число, в залежності від місцезнаходження. Наша сучасна нумерація також є помісною, наприклад якщо після цифри два немає більше цифр, то цей запис означає число 2, а якщо після числа два стоїть ще нуль то це означає що число два множиться на 10. Але у вавилонській нумерації множили не на 10, а на 60, тому цю нумерацію називають шістдесятичною. Використовувалося у такій системі усього два знаки, один з яких позначав одиницю інший десятку. Для запису великих чисел у Вавилоні використовували шістдесятичну систему числення. Наприклад запис 5 одиниць пробіл 2 одинці означав: $5 \cdot 60 + 2 = 302$. Якщо треба було записати число 18 002 то перед пробілом ставився знак пусого розряду. Але існували і проблеми наприклад запис 3 одиниці міг означати 3, 180, 10 800,

а також він міг позначати і $3/60$, $3/180$... Здогадатися можливо було тільки з контексту. Для таких випадків у Вавилоні існувала і десяткова система, але вона не була помісною. У ній існували знаки для чисел 100, 1 000, 10 000, а числа 200, 300, або 2 000, 3 000 позначали дві або три одиниці пробіл знак сотні або тисячі. Відома що шістдесятична система з'явилося пізніше десятинної бо числа до 60 в ній записували десятинним методом, але досі не відомо чому виникла шістдесятична система. Вона не мала великого успіху натомість шістдесятичні дроби отримали велике розповсюдження по всьому світу та використовувались до початку XVII століття. Сліди цих дробів можна знайти і понині наприклад в діленні часу чи кутового градусу [1, с. 59-61].

Інки для запису чисел використовували систему кіпу. Це система вузликового запису. Цифри в ній визначали по відстані між вузликами. Перші вузлики позначали сотні знаходилися вони десь на висоті 10-11 см (від головного шнура), далі десятки – 14-15 см, одиниці – 20-35 см. Для запису більших чисел треба просто зав'язати вузлик ближче до головного шнура. Якщо якийсь розряд був відсутній то на його місці нічого не зав'язували [8].

Зараз переважна більшість народів використовують арабську систему яку винайшли в Індії у V столітті. І саме в цій системі числення з'являється поняття нуля, також вона досить компактна і має не велику кількість знаків і при цьому не має обмежень. Що і сприяло подальшому її розповсюдженню. На разі деякі системи запису ще існують у нашому житті, деякі вже збуті. Але переважена кількість народів користуються десятковою системою числення та арабською системою запису [4].

Література

1. Выгодский М. Я. Справочник по элементарной математике / М. Я. Выгодский. – Москва : Государственное издательство физико-математической литературы, 1960 – 412 с.
2. Симон Ф. Древний Египет / Филип Симон, Мари-Лор Буэ // Editions FLEURUS – 2003. – С. 128.
3. Бурдо Н. Б. Трипільська культура. Спогади про золотий вік / Н. Б. Бурдо, М. Ю. Відейко, худож.-оформлювач І.В. Осипов. – Харків : Фоліо, 2007. – 415 с.
4. Википедия. Арабские цифры. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://ru.wikipedia.org/wiki/Арабские_цифры (дата звернення 1.05.2019).
5. Моя библиотека. Дроби на Руси. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://mybiblioteka.su/tom2/7-80074.html> (дата звернення 30.04.2019).
6. Pandia. История возникновения обыкновенных дробей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pandia.ru/text/78/053/30631.php> (дата звернення 30.04.2019).
7. Википедия. История арифметики. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://ru.wikipedia.org/wiki/История_арифметики (дата звернення 1.05.2019).
8. Википедия. Кипу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кипу> (дата звернення 30.04.2019).

УДК 519.852.33:65.012.34

ІСТОРИЧНІ НОТАТКИ ПРО ВИНИКНЕННЯ ТА РОЗВИТОК ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ

С. О. Колесников¹, В. С. Вірко²

¹ Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: dgma.vm@ukr.net,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9538-8858>

² Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ
e-mail: vtima460@gmail.com

В роботі коротко наведені основні поняття і історичні нотатки про виникнення і становлення транспортної задачі лінійного програмування. Перші наукові дослідження з цієї тематики були зроблені видатним російським вченим Л. В. Канторович і його учнями. У середині минулого століття Л. В. Канторович вперше підійшов до економічних проблем озброєний найсучаснішими для тих років математичними засобами, і творчо застосовував їх.

In the paper briefly outlines the basic concepts and historical notes of the origin and formation of the transport problem of linear programming. The first scientific studies on this subject were made by the outstanding Russian scientist L.V. Kantorovich and his disciples. In the middle of the last century, L.V. Kantorovich first came to the economic problems armed with the most up-to-date mathematical means, and creatively applied them.

При вивченні господарської діяльності виникає необхідність у вирішенні завдань для визначення максимального ефекту при заданих обмеженнях на ресурси. В результаті аналізу предметної області формулюється цільова функція і рівняння, що описують область обмежень. У разі якщо цільова функція і рівняння лінійні, то тоді це завдання відноситься до завдань лінійного програмування. З безлічі завдань лінійного програмування виділяється підмножина транспортних завдань, вирішення яких можна здійснювати за допомогою приватного методу потенціалів. Цей метод є модифікацією симплекс-методу, за допомогою якого можна вирішити будь-яке завдання лінійного програмування, в тому числі і транспортну задачу. Транспортна задача асоціюється з переміщенням вантажу від постачальників до споживачів. Рішення даного завдання дозволяє розробити найбільш раціональні шляхи і способи транспортування товарів, усунути надмірно далекі, зустрічні і повторні перевезення. Все це скорочує час просування товарів, зменшує витрати підприємств і фірм, пов'язані зі здійсненням процесів постачання сировиною, матеріалами, паливом, обладнанням і т.д. Разом з тим алгоритм і методи вирішення транспортної задачі можуть бути використані при вирішенні деяких завдань, які не мають нічого спільного з транспортуванням вантажу. Все залежить від того, як інтерпретуються так звані тарифи. Так, наприклад, при вирішенні завдання забезпечення

матеріальними ресурсами при виробництві продукції товари, що знаходяться на складі, фізично не переміщуються, але при цьому збільшується їх вартість в результаті витрат на зберігання.

Проблема була вперше формалізована французьким математиком Гаспаром Монжем в 1781 році [1]. Вперше усвідомлення про важливість вирішення завдань лінійного програмування і, зокрема, транспортної задачі було зроблено в минулому столітті. Тоді ж були запропоновані методи вирішення цих завдань. Біля витоків створення теорії лінійного програмування стояв російський учений – Л. В. Канторович. Спосіб вирішення транспортної задачі (методом потенціалів) в СРСР був опублікований Л. В. Канторовичем і М. К. Гавуріним в 1949 р. [2]. Перші публікації Л. В. Канторовича були здійснені ще 1939 року [3]. В цій брошурі Л. В. Канторович яскраво заявляє про себе як економіст і вона ознаменувала народження лінійного програмування.

Надалі в його творчості економічна проблематика виходить на перший план. Уже в 1942 р. їм був написаний перший варіант капітальної монографії «Економічний розрахунок найкращого використання ресурсів». Ця робота настільки випереджала час і настільки не відповідала догматам тодішньої політичної економії, що її публікація виявилася можливою тільки в 1959 р. і повторно в 1960 р. [4].

в 1975 р. Л. В. Канторович разом з американським економістом Т. Купмансом був відзначений Нобелівською премією з економіки з формулюванням «За внесок в теорію оптимального використання ресурсів». Як проблему лінійного програмування (деталізація симплекс-методу) на заході одним з перших розглянув Дж. Данциг [5] та інші математики і економісти [6].

Враховуючи вимоги сьогодення і перспективи розвитку вищої освіти, навчання студентів всіх спеціальностей має вийти на якісно новий рівень. Вивчення історії математичного питання та оригінальних праць є необхідною умовою для досягнення цієї мети.

Література

1. Monge G. Mémoire sur la théorie des déblais et des remblais. / G. Monge // Histoire de l'Académie Royale des Sciences de Paris, avec les Mémoires de Mathématique et de Physique pour la même année, p.p. 666–7 04, 1781.
2. Канторович Л. В. Применение математических методов в вопросах анализа грузопотоков / Л. В. Канторович, М. К. Гавурин // Сб. ст. Проблемы повышения эффективности работы транспорта, АН СССР, 1949, стр. 110–138.
3. Канторович Л. В. Математические методы организации и планирования производства / Л. В. Канторович. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1939. – 68 с.
4. Канторович Л. В. Экономический расчёт наилучшего использования ресурсов / Л. В. Канторович. – М. : Изд-во АН СССР, (1959) 1960. – 347 с.
5. Данциг Дж. «Линейное программирование, его применения и обобщения» / Дж. Данциг. – М : Прогресс, 1966. – 256 с.
6. Ford L. R. Solving the Transportation Problem / L. R. Ford, D. R. Fullkerson // RAND Report RM-1736, The RAND Corporation, Santa Monica, Calif., 1956.

УДК 517

ПАМ'ЯТІ ОЛЕГА ОЛЕКСАНДРОВИЧА НОВІКОВА

О. Г. Ровенська

Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ

e-mail: rovenskaya.olga.math@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1612-5409>

Researcher ID V-5628-2018

12 грудня 2018 року внаслідок важкої недуги пішов з життя декан фізико-математичного факультету Донбаського державного педагогічного університету, кандидат фізико-математичних наук, доцент Олег Олександрович Новіков. Факультет втратив досвідченого і висококваліфікованого викладача, вченого, Людину з великої літери. Життєвий шлях Олега Олександровича – зразок людської гідності, добропорядності і щирості.

Народився Олег Олександрович Новіков 19 червня 1960 року в місті Слов'янськ Донецької області. В 1982 році закінчив фізико-математичний факультет Слов'янського державного педагогічного інституту за фахом «Фізика». Після закінчення інституту працював вчителем математики в середній школі №2 міста Дружківка Донецької області.

Трудову діяльність у Слов'янському державному педагогічному інституті розпочав в 1985 році – працював старшим лаборантом на кафедрі фізики (1985-1988 рр.); на кафедрі методики викладання математики – асистентом, старшим викладачем (1991-1994 рр.); на кафедрі математичного аналізу – доцентом (1994-2004 рр.). У 2005 році був обраний на посаду декана фізико-математичного факультету Слов'янського державного педагогічного університету.

Олег Олександрович Новіков був учнем члена-кореспондента НАН України, доктора фізико-математичних наук, професора, завідувача відділом теорії функцій, заступника директора Інституту математики НАН України, члена бюро Відділення математики НАН України Олександра Івановича Степанця. У 1988 році він вступив до аспірантури Інституту математики АН УРСР. Після закінчення аспірантури у 1991 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за темою «Наближення неперервних періодичних функцій лінійними середніми їх рядів Фур'є».

На фізико-математичному факультеті Олег Олександрович був одним з провідних лекторів: читав курси математичного аналізу, теорії функцій, функціонального аналізу, теорії імовірності.

До кола наукових інтересів Олега Олександровича Новікова входили проблеми теорії наближення функцій і теорії лінійних методів підсумовування рядів Фур'є, а також питання методики викладання

математичних дисциплін і проблеми педагогіки вищої школи. Олег Олександрович Новіков – автор монографії та понад 100 наукових праць із теорії функцій.

Перші наукові роботи, які було написано О.О. Новіковим під керівництвом О.І. Степанця, присвячено питанням наближення класів неперервних періодичних функцій сумами Фавара, а також іншими наближуваними методами, які для заданої функції утворюються за допомогою певних перетворень часткових сум її ряду Фур'є. Цей напрямок став провідним у науковій роботі О. О. Новікова впродовж наступного десятиліття. Ним було розв'язано декілька екстремальних задач на класах, що містять періодичні функції з майже скрізь обмеженою узагальненою похідною, а також на класах, які визначаються модулями неперервності і враховують більш тонкі властивості функцій.

У 2000-х роках увагу О. О. Новікова привертають задачі теорії наближення, в яких розглядаються класи періодичних функцій багатьох змінних. Ним запропоновано спосіб введення класів функцій багатьох змінних, що дозволяє окремо враховувати властивості звичайних і мішаних частинних похідних. Було одержано низку результатів, які забезпечують розв'язок відомої задачі Колмогорова-Нікольського для прямокутних сум Фур'є, Валле Пуссена та інших прямокутних лінійних методів наближення на класах функцій багатьох змінних обмеженої і малої гладкості. Втім залишався відкритим ряд питань, пов'язаних із наближення класів функцій високої гладкості прямокутними лінійними методами. Ці задачі було успішно розв'язано у 2007-2008 роках.

Починаючи з 2008 року О. О. Новіков зі своїми учнями публікує серію робіт, в яких розглядає методи наближення, що породжуються повторним застосуванням методу підсумовування Валле Пуссена. Слід відмітити, що центральним результатом стало отримання асимптотичної рівності для точних верхніх меж відхилень r -повторних сум Валле Пуссена на класах інтегралів Пуассона неперервних функцій. Наразі багаторазове використання методу підсумовування Валле Пуссена, запропоноване О. О. Новіковим, знайшло своє застосування як в роботах учнів Олега Олександровича, так і в дослідженнях закордонних вчених.

Коло інтересів Олега Олександровича не вичерпувалося лише математичною проблематикою. Він мав цікавість і до гуманітарно спрямованих напрямів людської діяльності: етики, психології, літератури і музики, мистецтвознавства тощо. Численні друзі запам'ятають його як активного прихильника спорту і здорового способу життя. Олег Олександрович був всебічно ерудованою, цікавою, чуйною і цілковито безкорисливою людиною, володів безмежною повагою викладачів і студентів.

Світла пам'ять про Олега Олександровича Новікова завжди буде жити в наших серцях!

УДК 51(091)
ІСТОРИКО-АРХЕОЛОГІЧНІ ПАМ'ЯТКИ МАТЕМАТИЧНИХ
УЯВЛЕНЬ ПЕРВІСНИХ ЛЮДЕЙ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

С. О. Панова

Бердянський державний педагогічний університет, Бердянськ
e-mail: panovasveta85@ukr.net

У роботі викладено фрагменти наукового дослідження історії розвитку математики в Україні. За допомогою аналізу історичних, археологічних та етнографічних матеріалі автором визначено декілька історико-археологічних пам'яток, наявність яких дозволяє стверджувати про існування математичних уявлень у первісних людей на теренах України.

The work outlines fragments of scientific research on the history of mathematical development in Ukraine. By analyzing historical, archaeological and ethnographic material, the author identified several historical and archaeological monuments, the existence of which allows to assert the existence of mathematical representations of primitive people in the territory of Ukraine.

Історія математики в Україні це відносно нова галузь вітчизняних історико-математичних досліджень. Але вона є одним з елементів у формуванні національної самоідентичності нашого народу. Вважаємо, що дослідження цього питання треба починати з найдавнішого періоду історії людства, її передісторії.

Аналіз наукової літератури показав, що існує невелика кількість праць, що присвячені історії розвитку математичних уявлень первісних людей на території України. Зокрема, у нашому дослідженні ми спираємося на праці Бевз В.Г., яка досліджувала питання зародження і розвиток перших математичних уявлень у праукраїнців. Також ми звернулися до археологічних, історичних та етнографічних матеріалів.

Метою даної роботи є висвітлення окремих результатів дослідження історії розвитку математичних уявлень первісних людей кам'яного віку на теренах України.

Загальновідомо, що людина мала уявлення про первісні математичні поняття (число та фігури) вже з кам'яного віку. Так на території України первісна людина з'явилася вже у період раннього палеоліту (приблизно 1 млн. років тому). Як вважають археологи, це були архантропи. Про їх розповсюдження на території України свідчать знайдені більше тридцяти решток стоянок, у тому числі біля с. Королеве (Закарпаття), м. Амвросіївка (Донбас) та інші [3]. Треба звернути увагу на той факт, що будова головного мозку архантропів дозволяла їм при виготовленні знарядь відчутти вагу, форму, розмір, рельєф, колір та інші властивості каменя, його просторові співвідношення із власним організмом.

У епоху середнього палеоліту на території України з'являються неандертальці, з якими асоціюють так звану мустьєрську культуру. На теренах України відомі 200 мустьєрських стоянок. Серед них печера Киїк-Коба та Холодний Грот у Криму, Антонівка на Донбасі, Молодова -1 у Чернівецькій області та інші. На територіях Криму знайдені кістки, різьблені геометричним орнаментом [2]. А на стоянці «Молодова 1» відкрите перше мустьєрське житло овальної форми розміром 7×10 м. Обкладене по периметру великими кістками мамонта. У середині житла виявлено 15 вогнищ, виразні виробничі [5]. Також виявлено кістки мамонтів та інших тварин зі слідами обрізки кремінним знаряддям та лінії і насічки. Це може бути свідченням того, що неандертальці стоянки Молдова – 1 вміли не тільки будувати, але й рахувати, відмічаючи це насічками [5].

Майже 40-35 тисяч років тому на території України починається епоха пізнього палеоліту. Знайдено майже 800 стародавніх стоянок цього періоду, серед яких Мезинська (Чернігівська обл.), Радомишлівська (Житомирська обл.), Межиріцька (Черкаська обл.) тощо. У 1907 р. на Сіверщені біля села Мізин (Коропський район, Чернігівська обл.) було знайдено поселення давніх кроманьйонців доби пізнього палеоліту. Серед споруд первісних людей було знайдено багато виробів з кісток та бивня мамонта. Зокрема, браслети прикрашені геометричним орнаментом меандр. Дослідження цього орнаменту дозволяє говорити про те, що первісні люди на території України мали перші уявлення про кількість та рахунок, геометричні форми (відрізок прямої та точку, трикутник та квадрат), симетрію та вимірювання тощо [1]. Вважається, що мезинський браслет з меандровим орнаментом (XVIII тис. до н.е.) – це найдавніший браслет – календар [4]. У 1965р. на Межиріцькій стоянці мисливців було знайдено будівництво, на яке було використано майже 385 кісток, які були щільно викладені у певному порядку. Також був знайдений бивень мамонта, на якому, як вважають вчені, зображено примітивну схему місцевості – найдавніша карта, знайдена на території України.

У добу мезоліту на території України виникло майже 1000 мисливських стоянок. Так на однію з відомих стоянок є Ігринь (дніпропетровська обл.) було знайдено 10 заглиблених у пісок напівкруглих напівземлянок діаметром 6-10м. Вони були розташовані трьома групами, відстань між якими становила 100-120м. Тобто можемо стверджувати, що жителі цієї стоянка знали як приблизно виміряти відстань та побудувати подібні хатини. Також були знайдені крем'яні наконечники для стріл, гарпунів та знаряддя праці, які мали більш чітку трикутну та трапецієвидну форму. Так були знайдені гачки, сіть з поплавками та інші предмети які схожі за своїм виглядом, але мають різну величину.

У VI – IV тис. до н.е. почалася епоха зародження та поширення відтворювального господарства (епоха неоліту), що спричинило неолітичну революцію. Вчені налічують понад десяток неолітичних культур на території України. Які займалися землеробством і тваринництвом, виробництвом керамічного посуду, прядіння і ткацтвом. Прядіння зумовило виникнення прясла – першого маленького колеса [2]. На знайденому глиняному посуді, чітко виражено геометричні зображення. Однією з найвідоміших пам'яток неолітичної культури є Кам'яна Могила біля Мелітополя. Цей пагорб був вівтарем для язичницьких обрядів. Особливу увагу дослідників привернули численні петрогліфи. Деякі вчені вважають, що це можуть бути старовинні письмена або рахунок. Ї порівнюють з написами на глиняних табличках Месопотамії.

Проводячи аналогію з розвитком математичних уявлень первісного суспільства на земній кулі, вважаємо, що саме в цей період людина асоціює кількість з власними тілом або тілом тварини. Зароджується лічба на пальцях. Форму ототожнюють з навколишнім середовищем. Якщо кількість була більша, то для лічби використовували різні предмети та зарубки на кістках. Виявлені стародавні карти та календарі свідчать про те, що первісні люди, які поселилися на території сучасної України спостерігали за навколишнім середовищем, місяцем, сонцем та зірками, рахували дні або місяці, орієнтувалися у географічному положенні місцевості та інтуїтивно сприймали кількість та відстань на місцевості.

Вважаємо, що подальші дослідження історії розвитку математичних знань в Україні поповнить національну скарбнику історико-математичної літератури.

Література

1. Бевз В.Г. Практикум з історії математики : [Навчальний посібник для студентів фізико-математичних факультетів педагогічних університетів] / В.Г. Бевз. – К.: НПУ імені М.П.Драгоманова, 2004. – С. 215.
2. Бойко О.Д. .Історія України: Навч.посібник / О.Д. Бойко. – К.: Академвидав, 2006. – С. 11–16.
3. Кам'яний вік на території України. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://old.geology.lnu.edu.ua/phis_geo/fourman/Flint%20stones/stones-1.htm.
4. Мізинські браслети - найдавніший календар [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.aratta-ukraine.com/text_ua.php?id=204.
Молодове: село вікувало на мамонтах. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://spadok.org.ua/arkheolohichni-stoyanky/molodove-selo-vikuvalo-na-mamontakh>.

УДК: 519.7 : 159.9

ЗНАЧЕННЯ ФОРМАЛЬНО МАТЕМАТИЧНИХ ЗАСАД ТЕОРІЇ П'ЯЖЕ ТА ЙОГО ПОСЛІДОВНИКІВ

І. В. Степура

Інститут психології ім. Г. С. Костюка НАПН України, Київ
e-mail: istep@ukr.net

Теорія Ж. П'яже та його наступників має велике значення в галузі дослідження мислення, когнітивного розвитку, оптимізації навчання, теорії знань. Цей напрям має історичне значення як складова руху за аксіоматизацію математичного навчання. Його розробки і в підґрунті кібернетичних теорій. В роботі міститься спроба коротко окреслити розвиток формально-математичного напрямку цієї теорії.

J. Piaget and his successors' theory is very important in the fields of thinking investigation, cognitive development, learning optimization, theory of knowledge. This direction has historical significance as a component of the movement for axiomatization of mathematical learning. Its development is also based on cybernetic theories. The work contains an attempt to outline the development of the formal-mathematical direction of this theory briefly.

Теорія швейцарського психолога Ж. П'яже є однією з найбільш помітних віх в розвитку когнітивної психології. Його метою було створення теорії розвитку загального пізнання – генетичної епістемології [2]. П'яже був одним з піонерів в застосуванні алгебраїчних структур в когнітивній (математичній, зокрема) психології. Працював він і в області методики викладання математики, його розробки і в підґрунті кібернетичних теорій [4].

Мета роботи – дослідження формально-математичних основ наукової школи Ж. П'яже та його послідовників.

Ж. П'яже виділяв три періоди розвитку інтелекту: 1) сенсомоторний (до 1,5 років) – дії із зовнішніми предметами; конкретно – операційний (репрезентативний) інтелект (1,5–11), формально-операційний інтелект (11–15). Останні структури проявляються в здатності дитини міркувати незалежно від змісту предметної області. [3, с. 54–56, 46–49] Ж. П'яже виділяв важливі пізнавальні структури – схеми, організації, адаптацію. Інтелект за П'яже являє собою систему операцій, скоординованих у «операціональних структурах з законами цілісності (закони, які спостерігач може описати в термінах решіток, груп), простіше кажучи, мовою абстрактної алгебри)» [5, с. 180]. Алгебраїчна структура

1. $a + b = c$ (композиція)
2. $(a + b) + c = a + (b + c)$ (асоціативність)
3. $a + b = c \Rightarrow b = c - a$ (оберненість) (1)

4. $a - a = 0; a + 0 = a$ (ідентичність)

Якщо додати властивість ідемпотентності (тавтології) : $a+a=a$, то отримаємо конструкт під назвою «угруповання».

Ж. П'яже виокремив комбінаторних систему є «відмінною рисою структури пропозиціональних операцій, оскільки 16 бінарних операцій двозначної логіки висловлювань відбувається з поєднань чотирьох основних операцій $(l \wedge q) \vee (p \wedge \neg q) \vee (\neg p \wedge q) \vee (\neg p \wedge \neg q)$, котрі взяті окремо, є ... елементарні угруповування мультиплікативного типу » [5,с.180–182]. Досягнення суб'єктом рівня формальних (гіпотетико-дедуктивних) операцій пов'язано з появою комбінаторної системи, яка поєднує угруповання з інверсією і угруповання з реципрокцією в єдину систему. Система операцій над імплікацією має вигляд :

$$\begin{aligned} N(p \supset q) &= p \wedge \neg q \text{ (інверсія)} \\ R(p \supset q) &= q \supset p \text{ (реципрокність)} \\ C(p \supset q) &= \neg p \wedge q \text{ (корелативність)} \\ I(p \supset q) &= p \supset q \text{ (тотожність)} \end{aligned} \quad (2)$$

Тоді є такі співвідношення: «NR = C, NC = R. CR = N, NRC = I, що представляють собою комутативну групу з чотирма перетвореннями».[5, с. 183] Отже Ж. П'яже співставляє у відповідність мисленню суб'єкта не структуру самих пропозиціональних операцій, а структуру операцій над пропозиціональними операціями, а ця структура і є група. Натомість логіка за П'яже це етап розвитку мислення, який в розвиненому вигляді описується вже алгебраїчними структурами.

Подальшим розвитком абстрактного підходу Ж. П'яже стала теорія Хуана Паскуалья-Леоне (Канада) [7;8]. Використовуючи формальні напрацювання Ж. П'яже, він привніс в них спочатку підходи інформатики, а пізніше й відомості з теорії програмування. Людина в теорії Паскуалья-Леоне – відносно автономна когнітивно-психологічна система: У неї виділяється: репертуар Н поведінкових схем; центральний простір обробки М; психологічні закони, такі як закони про навчання. По суті Н – це пам'ять, а простір М – місце обробки інформації. Активовані схеми $H^* \subset N$ трансформуються або інтерпретуються в нову поведінку. Складні стимули активують перцептивну схему:

$$S^n = \{S_1, S_2, \dots, S_n\} \rightarrow H_s^* \{z_1, z_2, \dots, z_n\} \quad (3)$$

Є схеми ψ_1 та ψ_2 , що являють собою інструкції з виконання задачі та загальну характеристику ситуації. Результатом будь якого виконаного акту A_j буде набір u схем z_i із ступенями інтенсивності f :

$$u = u(c, x, f^*) \quad (4)$$

c – фактичний список схем, активованих для A_j , x – число схем z_j що можуть активувати A_j , f – числова функція, яка присвоює кожному елементу в c_j натуральне число – кількість одиниць енергії, що забезпечує функціонування схеми. Моторні реакції вводяться як $R(z_j)$ і які суб'єкт виробляє після кожного акту A_j . Далі вводиться рекурсивна схема яка модифікує репертуар схем H (через зміну схем z_i) для акту A_j .

$$\Phi_{n+1} = \Phi(Ax_n)$$

Х. Паскуаль-Леоне вважає, що когнітивна система складається з двох частин: набору схем і прихованих операторів [1;6]. М-оператор, пояснює стадії розвитку інтелекту в онтогенезі, дозволяє одночасно актуалізувати кілька потрібних для розв'язання завдання схем. М-оператор актуалізує схем на одну одиницю більше протягом 2 років починаючи з 3 року життя. В 3 роки М-оператор здатний вмістити поряд з керуючою частиною 1 схему, в 5 років – 2, в 7 – 3 (стадія конкретних операцій). У 15 років М-оператор досягає максимуму – обсягу в 7 одиниць. І-оператор це здатність гальмувати нерелевантні схеми. F-оператор досягає врівноваженості у застосовуваних одночасно схемах; L-оператор: навчання. При дослідженні поведінки досліджуваних Х. Паскуаль-Леоне застосовує особливу процедурну мову з елементами виводу, викликами процедур, рекурсією.

Дослідження формальних основ теорії П'яже і його послідовників важливо не лише як історія, а й як актуальна теоретична основа для пояснення і оптимізації процесу навчання [1]. Воно має бути цікавим і для психологів, і для математиків, і для інженерів.

Література

1. Когнитивная психология. Учебник для вузов – М.: ПЕР СЭ, 2002. –480 с.
2. Пиаже Ж. Избр. психологические труды/Ж. Пиаже.– М. :Педагогика, 1969. – 656 с.
3. Пиаже Ж. Психология интеллекта /Ж. Пиаже. – СПб., 2003. – 192 с.
4. Преподавание математики / Ж. Пиаже, Э. Бет, Ж. Дьедонне, А. Лихнерович, Г. Шоке, К. Гаттеньо.– М. : ГУПИ МП РСФСР, 1960. – 164 с.
5. Beth E. Mathematical epistemology and psychology /E. Beth, J. Piaget. – Dordrecht. Springer, 1966. – 356 p.
6. Bravo C.M. Teorias del desarrollo cognitivo y su aplicacion educativa /C. M. Bravo // Rvta. Interuniversitarta de Formaciyn del Profesorado. – 1994. – rt° 21. – P. 231–246.
7. Pascual-Leone J. Mathematical Model for the Transition Rule in Piaget's Developmental Stages / Juan Pascual-Leone // Acta Psychologica. – 1970. – #32. – P. 301–345.
8. Shannon A.G. An interpretation of Pascual–Leone's discrete mathematical model of human information processing capacity / A. G. Shannon // NNTDM 14. – 2008. –# 2. – P. 15–20.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Секція «Математика та математичне моделювання» | 4 |
| Астахов В.М., Буланов Г.С. | |
| Моделювання дифузії дрібних частинок зважених у плоскому потоці в'язкої рідини | 4 |
| Астахов В.М., Буланов Г.С. | |
| Про оптимізацію деяких параметрів моделі рекламної компанії з "ефектом докучання" | 8 |
| Астахов В.М., Зозуля Є.С. | |
| Диференціальні рівняння еліптичного типу у геометричних, фізичних та технічних задачах | 11 |
| Вишенська О.В. | |
| Інваріантна множина однієї системи диференціальних рівнянь, що зазнає миттєвих збурень | 13 |
| Заболотна Н.В., Листопадова В.В. | |
| Умовні ймовірності в медицині | 16 |
| Іваненко Т.В. | |
| Застосування методу аналізу ієрархій при виборі інвестиційного проекту 19 | |
| Кадубовський О.А. | |
| Про число неізоморфних двокольорових хордових о-діаграм роду один з трьома сірими циклами | 22 |
| Кайдан Н.В., Кайдан В.П. | |
| Знаходження найкоротшого шляху між вершинами графу за допомогою mathpartner | 25 |
| Кірка Д.В., Трофименко О.Д. | |
| Застосування теореми ватсона в інтегральних перетвореннях | 28 |
| Кушлик Б.Р. | |
| Математичні аспекти досліджень в поліграфічному виробництві | 32 |
| Літвін Н.В. | |
| Фазове укрупнення і асимптотичний аналіз функціонування багатоканальної системи масового обслуговування | 35 |
| Лупаренко О.В. | |
| Розв'язок крайової задачі про сталі коливання неоднорідної прямокутної області з внутрішнім отвором | 38 |
| Мішура В.Б., Буйлова К.О., Запрудська О.Ю. | |
| Використання методів теорії ігор в вирішенні логістичних задач | 41 |
| Новікова Н.В. | |
| Застосування методів чисельного диференціювання при обчисленні другої похідної | 44 |
| Поліщук Н.В., Селезньова Н.П. | |
| Дослідження надійності двоканальної системи масового обслуговування | 47 |

| | |
|--|-----------|
| Рашевський М.О. | |
| Дослідження нестационарних систем керування з післядією | 50 |
| Ровенська О.Г., Півоварова С.В. | |
| Наближення класів періодичних функцій з обмеженою похідною повторними середніми валле пуссена | 53 |
| Ровенська О.Г., Скорін Д.В. | |
| Наближення класів періодичних функцій повторними середніми валле пуссена | 56 |
| Солодка Н.О., Жмутський Д.С. | |
| Розв'язок рівняння пуассона, що описує розподіл електричного поля на поверхні плоскопаралельних електродів | 59 |
| Шараєвський Б.Р., Цехмейструк Д.В., Листопадова В.В. | |
| Математичне моделювання освітнього процесу | 62 |
| Шевцов С.О., Корчагіна С.А. | |
| Графічний аналіз оптимальності розв'язку задач з економіки | 69 |
| Янчук П.С. | |
| Про метод квазіспектральних поліномів для еліптичних рівнянь | 73 |
| Секція «Методичні аспекти навчання математики у технічному університеті» | 76 |
| Антонов В.М. | |
| Фрактально-акмеологічна концепція при вивченні математики (фрактальна акмеологія) | 76 |
| Антонов В.М. | |
| Акме-епістемологічна математика у технічному університеті ХХІ сторіччя | 79 |
| Власенко К.В. | |
| Аналіз світового досвіду використання технологій STEM-освіти | 82 |
| Дімітрова-Бурлаєнко С.Д., Гиря Н.П. | |
| Розвиток креативності – сучасна тенденція викладання математики в технічному університеті | 85 |
| Діхтенко С.І., Колесников С.О. | |
| Про міжпредметні зв'язки у викладанні фізики і математики під час підготовки до ЗНО | 88 |
| Замрій І.В., Шкапа В.В., Власик Г.М. | |
| Використання систем дистанційного навчання та комп'ютерної математики для роботи зі студентами | 90 |
| Калініна І.М. | |
| Рефлексивна діяльність студентів вищих технічних навчальних закладів під час навчання математичних дисциплін | 93 |
| Карпенко Л.М. | |
| Створення проблемних ситуацій при викладанні вищої математики, як засіб формування пізнавальної самостійності студентів | 96 |

| | |
|---|-----|
| Карупу О.В. | |
| Про викладання математичного аналізу студентам технічних спеціальностей НАУ | 99 |
| Колесников С.О. | |
| Застосування методу декомпозиції при постановці навчального завдання на побудову лінійної регресії | 102 |
| Кондратьєва О.М. | |
| Використання відео-лекцій з метою коригування вхідних знань та умінь студентів з математики | 104 |
| Лабудько В. , Чашечникова О., Бондаренко А. | |
| Професійне спрямування вивчення математики в закладах професійно-технічної освіти | 107 |
| Литвин Г.М. | |
| Реалізація компетентнісного підходу при навчанні дискретної математики в технічному ВНЗ | 109 |
| Лов'янова І.В., Бобилєв Д.Є. | |
| Система прикладних задач як засіб оптимізації навчання математичному програмуванню та дослідженню операцій студентів технічних спеціальностей | 112 |
| Олешко Т.А. | |
| З досвіду викладання теорії ймовірностей в рамках програми “Вища освіта іноземними мовами” | 115 |
| Пахненко В.В. | |
| Особливості викладання англійською теорії диференціальних рівнянь вищих порядків студентам технічних спеціальностей | 118 |
| Петрук В.А. | |
| Шляхи подолання суттєвого скорочення аудиторних годин курсу вищої математики в технічному ЗВО | 121 |
| Сітак І. В. | |
| Досвід використання технологій stem-освіти | 124 |
| Сокульська Н.Б., Ковальчук Р.А., Сокіл Б.І. | |
| Особливості дистанційного викладання дисциплін математичного циклу слухачам військових ВНЗ | 127 |
| Чумак О.О. | |
| Залучення онлайн-середовища під час підготовки викладача математики технічного закладу вищої освіти | 130 |
| Asmykovich I.K., Arhipenko O.A. | |
| Importance of mathematics for information technology specialists | 132 |
| Litvinenko Z. | |
| The methodical aspects of teaching math in a technical university | 135 |
| Moiseeva N.A. | |
| Visual modeling in innovative educational technologies | 147 |

| | |
|--|-----|
| Seleznova N.P., Polishchuk N.V. | |
| Application of logical functions excel for example of relay-contact scheme... | 150 |
| Velko O.A., Moiseeva N.A. | |
| Open type tasks as a means to activate students' creative activity..... | 151 |
| Секція «Математика в ІТ-технологіях» | 154 |
| Антонов В.М. | |
| Викладання математики в сучасному технічному університеті на основі акме – кібернетично - математичної технології..... | 154 |
| Антонов В.М. | |
| Особливості акмеологічного методу для креативних кіберакмеологічних математичних арм або людино-комп'ютерних комплексів..... | 157 |
| Антонов В.М. | |
| Інтернетика – як інструментарій, технологія для вивчення математики: статево-гендерний аспект..... | 160 |
| Васильєва Л.В., Житченко А.С. | |
| Приклад використання web-технологій для реалізації методів редукції і динамічної візуалізації багатовимірних даних | 163 |
| Волков С.В. | |
| CMS WordPress як інструмент створення навчальних інтерактивних платформ | 166 |
| Воротнікова З.Є. | |
| Система інтелектуального тестування знань | 168 |
| Hrudkina N., Prasolova A., Sahai O. | |
| Using webquest technology in the context of resource-based learning..... | 171 |
| Грудкіна Н.С., Сагай О.В. | |
| Приклад реалізації моделювання процесу холодного комбінованого видавлювання | 174 |
| Денисов М.А., Котов Я.А. | |
| Розробка програмного додатку для персонального комп'ютера для обчислення площі плоских фігур | 176 |
| Жартовский А.В., Кравченко В.И. | |
| Научный кружок – модель совершенствования математической подготовки студентов направления компьютерные науки и смежных специальностей..... | 176 |
| Загребельний С.Л., Загребельна О.О., Костіков О.А. | |
| Використання математичних алгоритмів для шифрування даних при передачі інформації у комп'ютерних мережах | 181 |
| Корсун Д. В., Тіщенко А. В. | |
| Розробка комп'ютерної програми для знаходження об'ємів тіл по заданих параметрах..... | 184 |

| | |
|---|------------|
| Кравченко В.І. | |
| Математичне моделювання для підтримки інформаційної діяльності диспетчера малого АТП..... | 185 |
| Левченко В.М., Новік А.В. | |
| Використання онлайн-сервісів під час навчання інтегрального числення майбутніх інженерів..... | 188 |
| Матейко Т.М., Коваленко Д.А. | |
| Розробка шаблону сайту навчального призначення з використанням CMS WordPress | 190 |
| Михалевич В.М., Дубова Н.Б., Клеопа І.А. | |
| Електронний освітній ресурс з курсу математики для слухачів - іноземців в середовищі СКМ Maple | 193 |
| Остапенко А.О. | |
| Метод ґраткових рівнянь больцмана: застосування, особливості та перспективи розвитку | 196 |
| Салюк В.О., Сігова О.В. | |
| Математичні алгоритми у програмуванні | 199 |
| Селезньова Н. П., Кушлик-Дивульська О. І. | |
| Практичне застосування деяких математичних функцій із умовним оператором..... | 202 |
| Шевцов С.О., Павлова С.О. | |
| Комп'ютерне моделювання температурного режиму обкочування трубчатих заготовок інструментом тертя..... | 205 |
| Секція «Історія математики» | 208 |
| Давиденко В. М. | |
| Минулі та сучасні аспекти прикладної математики..... | 208 |
| Дзюба М. В., Петришина В. М. | |
| Історичні аспекти та математичні основи Bitcoin..... | 211 |
| Капелешук А. О. | |
| Історія розвитку систем запису чисел..... | 214 |
| Колесников С.О., Вірко В.С. | |
| Історичні нотатки про виникнення та розвиток транспортної задачі..... | 217 |
| Ровенська О. Г. | |
| Пам'яті Олега Олександровича Новікова | 219 |
| Панова С. О. | |
| Історико-археологічні пам'ятки математичних уявлень первісних людей на території України | 221 |
| Степура І.В. | |
| Значення формально математичних засад теорії П'яже та його послідовників..... | 224 |

**ДИСТАНЦІЙНА ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ
«МАТЕМАТИКА У ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ХХІ
СТОРИЧЧЯ»**

15-16 травня 2019 р.

Краматорськ, Україна

Збірник наукових праць

УДК 51(06)+378.147(06)+004(06)+51(091)
МЗ4

Збірник наукових праць за матеріалами дистанційної всеукраїнської наукової конференції «Математика у технічному університеті ХХІ сторіччя». Міністерство освіти і науки України, Донбаська державна машинобудівна академія

Організаційний комітет конференції:

Турчанін М. А., проректор з наукової роботи, управління розвитком та міжнародних зв'язків, доктор хімічних наук, професор, лауреат Державної премії України

Власенко К. В., доктор педагогічних наук, професор

Грудкіна Н. С., кандидат технічних наук, доцент

Ровенська О. Г., кандидат фізико-математичних наук, доцент

Сітак І.В., кандидат педагогічних наук, доцент

Чумак О.О., кандидат педагогічних наук, доцент

Шевцов С.О., кандидат технічних наук, старший викладач

Матеріали подаються у авторській редакції

Упорядник Шевцов С.О.

Затверджено до публікації згідно рішенням вченої ради Донбаської державної машинобудівної академії (протокол № 12 від 30.05.19)

До публікації 30.05.2019. Формат 60x84/16.
Гарнітура Times New Roman. Ум. друк.арк. 12,34.

м. Краматорськ, ДДМА, вул. Академічна, 72
e-mail: dgma@dgma.donetsk.ua
www.dgma.donetsk.ua