

Міністерство освіти і науки України
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
Вінницький національний технічний університет
Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Львівський національний університет імені Івана Франка
Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова
Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
Вармінсько-Мазурський університет в Ольштині (Республіка Польща)
Державний університет імені Морган (США)
Келецький університет імені Яна Кохановського (Республіка Польща)
Мадридський політехнічний університет (Іспанія)
Університет економіки в Бидгощі (Республіка Польща)

III Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція

«Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності»

(присвячена пам'яті професорів
Панкова О. А. і Трохименка В. С.)

20-21 травня 2021 року, Вінниця, Україна

Збірник тез



Ministry of Education and Science of Ukraine
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University
Vinnytsia National Technical University
Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics NAS of Ukraine
Ivan Franko National University of Lviv
Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University
Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University
Jan Kochanowski University of Kielce (Poland)
Morgan State University (USA)
Polytechnic University of Madrid (Spain)
University of Warmia and Mazury in Olsztyn (Poland)

III International Scientific and Practical Internet Conference
«*Mathematics and Informatics
in Higher Education:
Challenges of Modernity*»
(dedicated to the memory of Professors
O. A. Pankov and V. S. Trokhymenko)

May 20-21, 2021, Vinnytsia, Ukraine

Book of Abstracts



Затверджено до публікації Вченою радою Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (протокол № 13 від 19.05.2021 р.)

Редакційна колегія:

Ковтонюк Мар'яна Михайлівна (д. п. н., к. ф.-м. н., проф., *головний редактор*), Бак Сергій Миколайович (д. ф.-м. н., доц., *відповідальний редактор*), Барболіна Тетяна Миколаївна (д. ф.-м. н., доц.), Бокало Микола Михайлович (д. ф.-м. н., проф.), Бугрій Олег Миколайович (д. ф.-м. н., проф.), Гуревич Роман Семенович (академік НАПН України, д. п. н., проф.), Клочко Оксана Віталіївна (д. п. н., проф.), Коломієць Алла Миколаївна (д. п. н., к. ф.-м. н., проф.), Михалевич Володимир Маркусович (д. т. н., проф.), Працьовитий Микола Вікторович (д. ф.-м. н., проф.), Слюсарчук Василь Юхимович (член-кореспондент НАН України, д. ф.-м. н., проф.), Федорчук Володимир Анатолійович (д. т. н., проф.).

III Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності», присвяченої пам'яті професорів О. А. Панкова і В. С. Трохименка (Вінниця, 20-21 травня 2021 р.) : збірник тез. [Електронний ресурс], Вінниця, 2021, (PDF 269 с.), 33 Мб. ISBN 978-617-7233-61-8 (PDF)

Збірник містить тези III Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності» (присвяченої пам'яті професорів О. А. Панкова і В. С. Трохименка), яка відбулася 20-21 травня 2021 року на базі факультету математики, фізики і комп'ютерних наук Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського.

Тези у збірнику згруповано за секціями, відповідно до основних напрямків конференції: Секція 1. Сучасні проблеми математики; Секція 2. Сучасні проблеми інформатики. Математичне і комп'ютерне моделювання; Секція 3. Формування освітнього середовища з математики та інформатики у закладах вищої освіти. Моніторинг якості освіти: засоби та технології; Секція 4. Сучасні комп'ютерні технології у викладанні математики та інформатики. Методика навчання математики та інформатики в закладах середньої освіти.

Видання адресоване науковцям, викладачам, учителям, аспірантам, магістрантам, а також усім, хто цікавиться сучасними проблемами науки та освіти.

ISBN 978-617-7233-61-8 (PDF)

© Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, 2021

Approved for publication by the Academic Council of Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University (prot. 13, 19.05.2021)

Editorial board:

Mariana Kovtonyuk (*editor-in-chief*), Sergiy Bak (*executive editor*), Tetiana Barbolina, Mykola Bokalo, Oleh Buhrii, Volodymyr Fedorchuk, Roman Hurevych, Oksana Klochko, Alla Kolomiets, Volodymyr Mykhalevych, Mykola Pratsiovytyi, Vasyl Slyusarchuk.

III International Scientific and Practical Internet Conference "Mathematics and Informatics in Higher Education: Challenges of Modernity", dedicated to the memory of Professors O. A. Pankov and V. S. Trokhymenko (Vinnytsia, May 20-21, 2021): book of abstracts. [Electronic network scientific publication], Vinnytsia, 2021, (PDF 269 p.), 33 Mb.

ISBN 978-617-7233-61-8 (PDF)

The book contains abstracts of III International Scientific and Practical Internet Conference "*Mathematics and Informatics in Higher Education: Challenges of Modernity*" (dedicated to the memory of Professors Pankov O. A. and Trokhymenko V. S.), which took place on May 20-21, 2021 on the basis of the Faculty of Mathematics, Physics and Computer Science of Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University.

The abstracts in the book are grouped by sections, in accordance with the main directions of the conference: Section 1. Modern problems of mathematics; Section 2. Modern problems of computer science. Mathematical and computer modeling; Section 3. Creation of educational environment in mathematics and computer science in higher education. Monitoring of the quality of education: tools and technologies; Section 4. Modern computer technologies in teaching mathematics and computer science. Methods of teaching mathematics and computer science in secondary education.

The publication is addressed to researchers, lecturers, teachers, graduate students, undergraduates, as well as everyone who is interested in modern problems of science and education.

ISBN 978-617-7233-61-8 (PDF)

© Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, 2021

IN MEMORY OF ALEXANDER ANDREEVICH PANKOV

(17.01.1949–12.03.2021)

Олександр Андрійович Панков народився 17 січня 1949 року в м. Старий Оскол Білгородської області (СРСР).

У 1971 р. закінчив Воронежський державний університет, і вже в 1973 р., в 24 роки, захистив кандидатську дисертацію під керівництвом ученого зі світовим ім'ям – Селіма Григоровича Крейна (Воронезький державний університет, м. Воронеж, СРСР), а в 1988 р., у 39-річному віці, захистив докторську дисертацію в Інституті математики АН УРСР (м. Київ, СРСР).



З 1973 р. працював асистентом, а з 1976 р. доцентом Білгородського технологічного інституту (м. Білгород, СРСР).

У 1979 р., на запрошення академіка Ярослава Степановича Підстригача, переїздить до Львова, де починає працювати на посаді доцента, а з 1988 р. на посаді професора, в Інституті прикладних проблем механіки та математики (Українська академія наук, м. Львів, СРСР) та Львівському державному університеті (м. Львів, СРСР). Упродовж 1985–1990 рр. Олександр Андрійович очолював відділ функціонального аналізу Інституту прикладних проблем механіки та математики. У 1990 р. йому присвоєно вчене звання професора. У тому ж році Олександр Андрійович переїжджає до Вінниці. Упродовж 1990–1995 рр. працював професором та завідувачем кафедри вищої математики Вінницького політехнічного інституту (м. Вінниця, Україна). У 1994 році він отримав звання та стипендію соросівського професора.

З 1995 року працює професором кафедри математики Вінницького державного педагогічного інституту (м. Вінниця, Україна). Тут Олександр Андрійович продовжує активно займатися наукою, відвідує на запрошення закордонні університети. Він багато разів був запрошеним професором Університету Гумбольдта (м. Берлін, Німеччина, 1993, 1995, 1996, 1998), Римського університету (Італія, 1996, 1997, 1998, 1999, 2001) та Гіссенського університету (м. Гіссен, Німеччина, 1999–2000). На кафедрі математики Олександр Андрійович організовує роботу студентського наукового гуртка з диференціальних рівнянь. У 2002 році Олександр Андрійович переїздить працювати в США, де спочатку працює на посаді професора в Техаському університеті. Упродовж 2003–2007 рр. працював професором у Коледжі Вільяма і Мері (м. Вільямсбург, штат Вірджинія, США). У 2007 році Олександр

Андрійович переїздить до Балтимора (штат Меріленд, США), де працює професором кафедри математики в Університеті імені Моргана.



Наукові інтереси Олександра Андрійовича були дуже широкі: функціональний аналіз, теорія нелінійних рівнянь в частинних похідних та звичайних диференціальних рівнянь, математична фізика, нелінійний аналіз та варіаційне числення, теорія майже періодичних диференціальних та різницевих рівнянь, хвилі у періодичних середовищах, гомогенізація, математична біологія. Ним зокрема:

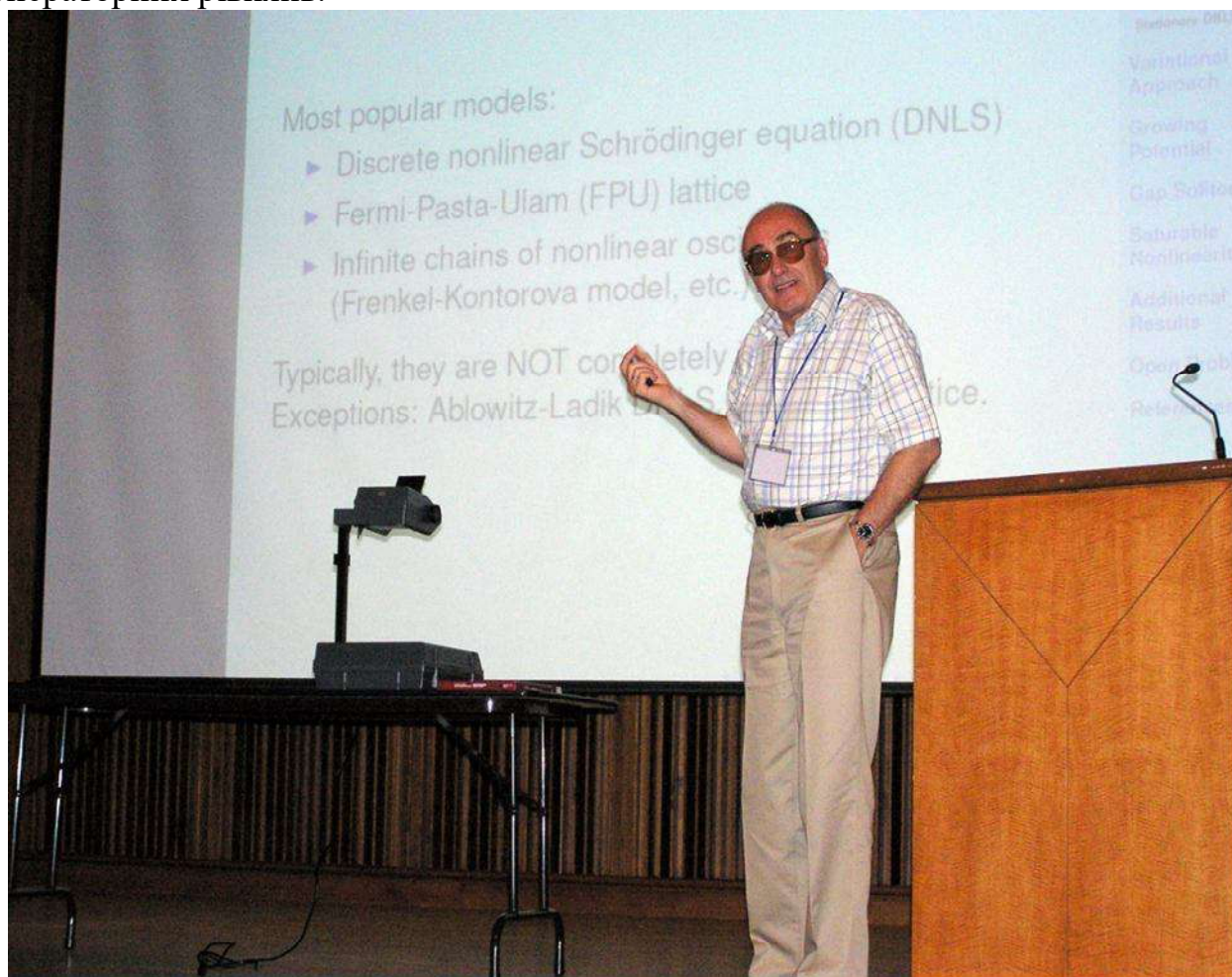
- Розроблена теорія G-збіжності та усереднення для нелінійних еліптичних і параболічних рівнянь в частинних похідних, та чисельні методи дослідження нелінійних задач усереднення. Результати знаходять застосування в теорії композитних матеріалів, теорії пористих середовищ, нелінійній оптиці та інших областях.

- Розроблений варіаційний метод дослідження нелінійних дискретних моделей математичної фізики. Результати знаходять застосування в нелінійній оптиці, теорії хвильових процесів, фізиці конденсованого стану, математичній біології та ін.

- Отримані результати про існування локалізованих розв'язків стаціонарного нелінійного рівняння Шредінгера. Результати знаходять застосування в нелінійній оптиці і теорії фотонних кристалів, фізиці конденсованого стану матерії.

- Проведено дослідження майже періодичних і майже автоморфних

розв'язків широких класів нелінійних диференціальних і диференціально-операторних рівнянь.



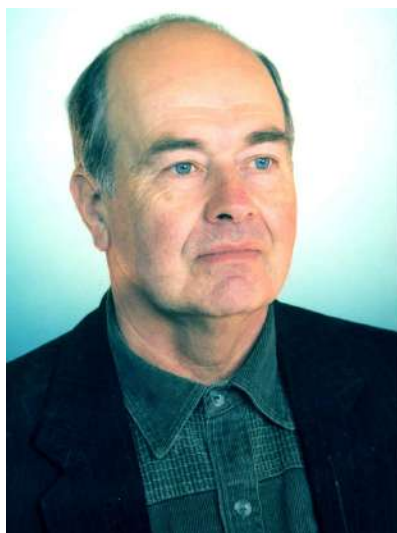
Олександр Андрійович опублікував 5 монографій та понад 160 статей. Він був членом Американського математичного товариства, Українського математичного товариства та п'яти редакційних колегій провідних математичних журналів, які входять в наукометричну базу Scopus. В одному з них він був головним редактором ([Complex Variables and Elliptic Equations](#)).

Олександр Андрійович був науковим керівником і консультантом багатьох молодих науковців. Під його науковим консультуванням і керівництвом захищені одна докторська та 6 кандидатських дисертацій. До числа цих молодих математиків пощастило потрапити й мені. Олександр Андрійович був керівником і консультантом обох моїх дисертацій. За що йому величезне людське дякую і низький уклін!

Він був дуже чуйною і доброзичливою людиною, чудовим учителем і зразком для наслідування для своїх учнів.

Не стало Олександра Андрійовича Панкова 12 березня 2021 року у віці 72 років. Він назавжди залишиться в серцях своїх рідних, друзів, учнів і колег.

Sergiy Bak



IN MEMORY OF VALENTYN STEPANOVYCH TROKHYMENKO

(15.02.1941 – 21.11.2020)

15 лютого 2021 року нашому колезі, професору кафедри математики та інформатики Трохименку Валентину Степановичу виповнилося б 80 років.

Народився Валентин Степанович 15 лютого 1941 року у селі Шпиків Шпиківського району (нині Тульчинський район) Вінницької області. Батько працював у районній газеті, а мати вчителювала.

Вона викладала математику. Коли почалась війна, батько пішов на фронт. У 1948 році сім'я переїхала жити у Вінницю, і Валентин Степанович продовжив навчання у школі № 4.

Валентин Степанович у 1963 р. закінчив фізико-математичний факультет Вінницького державного педагогічного інституту за спеціальністю «Математика і фізика» з відзнакою і був залишений на роботу асистентом кафедри математики.

У 1967-1970 рр. навчався в аспірантурі Саратовського університету. У кінці жовтня того ж року успішно захистив кандидатську дисертацію на тему «Алгебри багатомісних функцій» та одержав науковий ступінь кандидата фізико-математичних наук. Про своє навчання в аспірантурі Валентин Степанович згадував так: «Науковим керівником мені був призначений доцент Б.М. Шайн, який запропонував досліджувати суперпозиції багатомісних функцій. Ця тематика на той час була досить актуальною, про що свідчить стаття американського алгебраїста К. Менгера, яка була опублікована у 1961 році. Цілий рік я сидів і вивчав дисертацію керівника та монографії з теми дослідження. Паралельно намагався розв'язувати деякі проблеми, а також відвідував семінари з теорії півгруп (керівник доц. Шайн Б.М.) та з теорії бінарних часткових оперативів (керівник проф. Вагнер В.В.). Однак мені все ніяк не вдавалось узагальнити задачу про знаходження характеристики упорядкованих півгруп на випадок алгебр Менгера. Лише наприкінці 1968 року, читаючи одну монографію, мені прийшла думка, як можна використати так звані трансляції з книги Грецера «Універсальна алгебра» в теорії алгебр Менгера. Все вийшло і далі деякі результати з теорії півгруп стали легко переноситись на алгебри Менгера. Так що протягом 3-4 місяців основні результати, які потім увійшли до кандидатської дисертації, були швидко отримані. Термін навчання в аспірантурі закінчувався у жовтні 1970 року, і я успішно захистив кандидатську дисертацію у Саратовському університеті».

З 1973 року Валентин Степанович почав працювати у Вінницькому державному педагогічному університеті спочатку на посаді старшого

викладача, потім доцента (з 1975 року), завідувача кафедри (1988-1998 рр.), професора університету (з 1996 року по 2012 рік). У 1991 році нагороджений знаком «Відмінник народної освіти УРСР».



На фотографії зображені члени алгебраїчного семінару, яким керував доц. Олонічев П.М..

Стоять: Трохименко В.С., Гарвацький В.С., Кулик В.Т., Рокіцький І.О..

У центрі сидить Олонічев П.М., а крайній праворуч мій майбутній науковий керівник в аспірантурі доц. Шайн Б.М.

Викладав математичні курси: «Аналітична геометрія», «Конструктивна геометрія», «Основи геометрії», «Диференціальна геометрія і топологія», «Математична логіка і теорія алгоритмів», «Елементи сучасної алгебри». Під керівництвом Валентина Степановича протягом багатьох років успішно працювала студентська проблемна група «Алгебри багатомісних функцій», кафедральний науково-методологічний семінар, підготовлено більше 50 студентських дипломних робіт, які захищені дипломниками на «відмінно».

Наукові інтереси стосуються теорії півгруп та півгруп перетворень, n -арних алгебраїчних систем, алгебр функцій декількох аргументів. Вивчав властивості операцій та відношень на множинах функцій багатьох аргументів, які мають ті чи інші властивості. Має більше 150 наукових праць, значна кількість з них опублікована в центральних та міжнародних журналах «Доповіді АН України», «Український матем. журнал», «Кібернетика», «Известия вузов, Матем.», «Сибирский матем. журнал», «Algebra Universalis»,

«Quasigroups and Related Systems», «Communications in Algebra», «Studia Scientiarum Hungarica», «Czechoslovak Mathematical Journal », «Semigroup Forum». В 2006 р. опублікував монографію «Алгебры Менгера многоместных функций, - Ch.: S.n., 2006 (Centrul Ed. USM). - 237 p.», а в 2012 році опублікована монографія у Німеччині “Algebras of multiplace functions, Walter de Gruyter, Berlin/Boston, 2012” у співавторстві з проф. В.А. Дудеком (Польща).



Про наукові здобутки Валентина Степановича вийшла стаття у журналі Quasigroups and related systems, 28 (2020), №2.

<https://drive.google.com/.../1LdxSvzQtPuSTbKVMJCl.../view...>

Кафедра математики та інформатики цінує і глибоко шанує Валентина Степановича, його внесок у розвиток кафедри, його плідну працю і наукові досягнення!

Mariana Kovtonyuk

PLENARY SESSION

Tetiana Barbolina, Dr. Sc.

Poltava V. G. Korolenko National Pedagogical University, Poltava, Ukraine

e-mail: tm-b@gsuite.pnp.u.edu.ua

SOLVING OF OPTIMIZATION PROBLEMS ON ARRANGEMENTS: THE REVIEW OF THE LATEST RESULTS

Abstract. We review some results of studying of combinatorial optimization problems on arrangements. The main attention is paid to the linear and linear fractional optimization problems on arrangements. The optimization problems on arrangements under probabilistic uncertainty are also considered.

Key words and phrases: combinatorial optimization, Euclidean combinatorial optimization, optimization problems on arrangements

Серед оптимізаційних задач з обмеженнями комбінаторного характеру важливий клас задач становлять задачі на евклідових комбінаторних множинах, зокрема, на загальній множині розміщень. У доповіді представлено огляд ряду алгоритмів розв'язування оптимізаційних задач на розміщеннях, які були запропоновані й обґрунтовані в останні роки.

Розглянемо спочатку розв'язування безумовної дробово-лінійної задачі комбінаторної оптимізації на розміщеннях у такій постановці: знайти пару

$$\Phi(x^*) = \max_{x \in E_n^k(G)} \frac{\sum_{j=1}^k c_j x_j + c_0}{\sum_{j=1}^k d_j x_j + d_0}; \quad x^* = \arg \max_{x \in E_n^k(G)} \frac{\sum_{j=1}^k c_j x_j + c_0}{\sum_{j=1}^k d_j x_j + d_0}, \quad (1)$$

де $x = (x_1, \dots, x_k) \in R^k$, $E_n^k(G)$ — загальна множина розміщень з мультимножини

$$G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}, \quad \text{причому} \quad \sum_{j=1}^k d_j x_j + d_0 > 0 \quad \forall x \in E_n^k(G).$$

Для розв'язування задачі вигляду (1) у роботах [1, 2] запропоновано поліноміальний метод, який ідейно близький до параметричного методу

розв'язування задач дробово-лінійного програмування і ґрунтується на розв'язуванні скінченної послідовності задач оптимізації на розміщеннях лінійної функції $\varphi(x, h) = \sum_{j=1}^k (c_j - hd_j)x_j$ при різних значеннях h . У розв'язуванні також використовується розбиття числової прямої на проміжки вигляду $I(t) = \{h | \alpha(i_t, j_t) < h \leq \alpha(i_{t+1}, j_{t+1})\}$ такі, що для всіх $h \in I(t)$ порядок коефіцієнтів функції $\varphi(x, h)$ при їх розташуванні за незростанням є однаковим. На основі достатньої умови мінімалі лінійної цільової функції на розміщеннях [3] визначаються мінімалі на множині $E_\eta^k(G)$ функції $\varphi(x, h)$ при різних значеннях $h \in I(t)$. Якщо серед отриманих розміщень знайдеться точка x^* , яка є мінімаллю функції $\varphi(x, \Phi(x^*))$ на множині $E_\eta^k(G)$, то $\langle \Phi(x^*), x^* \rangle$ — розв'язок задачі (1). Часова оцінка складності запропонованого алгоритму $O(k^4)$, а за умови $k = \eta$ — $O(k^4)$. Ефективність алгоритму може бути підвищена за рахунок використання оцінок цільової функції.

Наявність додаткових (некомбінаторних) обмежень в оптимізації на розміщеннях суттєво ускладнює розв'язування задачі. Для розв'язування оптимізаційних задач на розміщеннях з лінійною та дробово-лінійною цільовими функціями і лінійними додатковими обмеженнями може використовуватися метод побудови лексикографічної еквівалентності (метод ПоЛЕ), який для повністю комбінаторних лінійних задач був запропонований в [4, 5] для дробово-лінійних задач алгоритми методу ПоЛЕ було розглянуто, зокрема, в [6]. У роботах [7] і [8] метод ПоЛЕ обґрунтовано для умовних частково комбінаторних задач оптимізації на розміщеннях з лінійною та дробово-лінійною цільовою функцією відповідно. Метод ПоЛЕ полягає у розбитті многогранної множини на класи еквівалентності та наступному напрямленому переборі цих класів. У рамках методу ПоЛЕ обґрунтовано кілька

алгоритмів, при цьому у випадку розв'язування дробово-лінійної задачі застосовується перетворення для її лінеаризації. Перший алгоритм використовується у випадку, коли відома дискретна множина, якій належать значення цільової функції. Тоді екстремаль знаходиться на одній із гіперплощин рівня, що відповідають значенням із цієї дискретної множини. Другий алгоритм передбачає напрямлений перебір у порядку лексикографічного зростання і лексикографічного спадання класів еквівалентності, для яких перші k координат будь-якого представника є розміщенням. У процесі перегляду з розгляду виключаються ті класи, усі представники яких надають цільовій функції значення гірше, ніж отримане на попередніх ітераціях. Третій алгоритм є наближеним і дозволяє отримувати значення цільової функції, що відрізняється від оптимуму не більше, ніж на задану величину. Згідно з цим алгоритмом пошук класів здійснюється за умови належності значення цільової функції певному проміжку, причому відстань між кінцями проміжку зменшується.

Низка робіт також присвячена постановкам та розв'язуванню оптимізаційних задач на розміщеннях з урахуванням невизначеності вхідних даних. Постановка задач здійснюється на основі введення відношення порядку на множині випадкових величин. Запропоновано методи розв'язування лінійних задач стохастичної комбінаторної оптимізації на розміщеннях у зазначених постановках: редуційний метод для розв'язування безумовних задач, варіант методу гілок і меж для задач з додатковими обмеженнями.

References

1. Iemets O. A., Barbolina T. N. Polynomial method for solving unconditional linear fractional problem of combinatorial optimization on arrangements. *Journal of Automation and Information Sciences*. 2017. Vol. 49, Iss. 3. P. 46-56.
2. Iemets O. O., Barbolina T. M. Optimization of linear-fractional function on arrangements: polynomial algorithm. *Cherkasy university bulletin: Applied mathematics. Informatics*. 2016. Iss. 1-2. P. 11-22 (in Ukrainian)
3. Stoyan Yu. G., Iemets O. O. Theory and methods of Euclidean combinatorial optimization. Kyiv: Instytut systemnykh doslidzhen osvity, 1993. 188 p. (in Ukrainian)

4. Yemets O.A., Barbolina T.N. Solution of Euclidean combinatorial optimization problems by the method of construction of a lexicographic equivalence. *Cybern Syst Anal.* 2004 Vol. 40, Iss.5. P. 726–734 (2004).
 5. Emets O. A., Barbolina T. N.. Classes of lexicographic equivalence in Euclidean combinatorial optimisation on arrangements. *Discrete Math. Appl.* 2007. Vol. 17, Iss. 1. pp. 77-86.
 6. Yemets O.A., Barbolina T.N., Chernenko O.A. Solving optimization problems with linear-fractional objective functions and additional constraints on arrangements. *Cybern Syst Anal* 2006. Vol. 42, Iss. 5. P. 680–685.
 7. Iemets O. O., Barbolina T. M. Lexicographic equivalence in mixed combinatorial optimization of linear-fractional functions on arrangements. *Cybern Syst Anal.* 2017. Vol. 53. Iss. 2. P. 244-254
 8. Barbolina T. Solution of Mixed Combinatorial Optimization Problems on Arrangements by the Method of Construction of Lexicographic Equivalence. *Cybern Syst Anal.* 2013. Vol. 49. Iss. 6. P. 922-931
-

Mykola Bokalo, Dr. Sc.

Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

e-mail: mm.bokalo@gmail.com

ON SOLUTIONS OF ANISOTROPIC PARABOLIC EQUATIONS WITH VARIABLE EXPONENTS OF NONLINEARITY

Abstract. Well-posedness of the Fourier problems for anisotropic parabolic equations with variable exponents of nonlinearity are proved. An estimate of the generalized solution of this problem are received. Conditions of existence of periodic and almost periodic solutions are obtained. Also some properties of weak solutions of the Fourier problems are considered.

Key words and phrases: parabolic equation, Fourier problem, periodic solution, almost periodic solution.

Нехай Ω – обмежена область в просторі \mathbb{R}^n ($n \in \mathbb{N}$). Припускаємо, що межа $\partial\Omega$ області Ω є кусково-гладкою поверхнею і $\partial\Omega = \Gamma_0 \cup \Gamma_1$, де Γ_0 – замикання відкритої множини на $\partial\Omega$ (зокрема, Γ_0 може бути порожньою множиною або збігатися з $\partial\Omega$), $\Gamma_1 := \partial\Omega \setminus \Gamma_0$. Через $\nu = (\nu_1, \dots, \nu_n)$ позначаємо одиничний вектор зовнішньої до $\partial\Omega$ нормалі. Нехай $Q := \Omega \times \mathbb{R}$, $\Sigma_0 := \Gamma_0 \times \mathbb{R}$, $\Sigma_1 := \Gamma_1 \times \mathbb{R}$.

Розглядаємо задачу: знайти функцію $u: \bar{Q} \rightarrow \mathbb{R}$, яка задовольняє (в певному сенсі) рівняння

$$u_t - \sum_{i=1}^n \left(a_i(x, t) |u_{x_i}|^{p_i(x)-2} u_{x_i} \right) + a_0(x, t) |u|^{p_0(x)-2} u = f(x, t), \quad (x, t) \in Q, \quad (1)$$

та крайові умови

$$u|_{\Sigma_0} = 0, \quad \left. \frac{\partial u}{\partial \nu_a} \right|_{\Sigma_1} = 0. \quad (2)$$

Тут $p_j: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$, $j = \overline{0, n}$, – вимірні функції і $\operatorname{ess\,inf}_{x \in \Omega} p_0(x) > 2$, $\operatorname{ess\,inf}_{x \in \Omega} p_i(x) \geq 2$,

$i = \overline{1, n}$, $\operatorname{ess\,inf}_{x \in \Omega} p_j(x) < +\infty$, $j = \overline{0, n}$; $a_j: Q \rightarrow \mathbb{R}$, $j = \overline{0, n}$, – вимірні, локально

обмежені та додатні функції; $f: Q \rightarrow \mathbb{R}$ – локально інтегровна функція;

$$\frac{\partial u(x, t)}{\partial \nu_a} := \sum_{i=1}^n a_i(x, t) |u_{x_i}|^{p_i(x)-2} u_{x_i} \nu_i(x), \quad (x, t) \in \Sigma_1, \quad \text{– похідна по “нормалі” до } \Sigma_1.$$

Розглядаємо питання існування, єдиності та неперервної залежності від вхідних даних розв’язків задачі (1), (2) із узагальнених просторів Лебега і Соболева. Також досліджуємо умови існування періодичних та майже періодичних розв’язків цієї задачі. Ще однією проблемою, яку ми вивчаємо, є знаходження умов на вхідні дані, які гарантують ту чи іншу поведінку розв’язків задачі (1), (2) на нескінченності. Отримані результати є уточненням і перенесенням на випадок анізотропних рівнянь зі змінними показниками нелінійності, зокрема, результатів монографії [1].

References

1. Pankov A. A. *Ogranichennyye i pochti periodicheskie resheniya nelineynykh differentsial'no-operatornykh uravnenii* (Bounded and Almost Periodic Solutions of Nonlinear Operator-Differential Equations). Kyiv: Naukova Dumka, 1985. 184 p.

Volodymyr Fedorchuk*, Dr. Sc.

Vitalii Ivaniuk**, Dr. Sc.

*Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University,
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
e-mail: fedvolod@kpnu.edu.ua

**Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University,
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
e-mail: wivanyuk@kpnu.edu.ua

ADAPTIVE METHOD FOR IDENTIFYING MODELS OF NONLINEAR DYNAMICAL SYSTEMS IN THE FORM OF THE VOLTERRA INTEGRAL OPERATOR

Abstract. The problem of identifying models of nonlinear dynamical systems in the form of the Volterra integral operator is considered. An adaptive method for reducing the number of experiments required for identification is proposed. It consists in replacing the data of a series of measurement results with interpolation data, provided that the required level of model adequacy is maintained.

Key words and phrases: Volterra operator, polynomial integral operators, identification of dynamical systems.

Опис співвідношення між вхідним та вихідним сигналами у розподілених нелінійних динамічних об'єктах в інтегральній формі може здійснюватися нелінійними інтегральними операторами типу Гаммерштейна або Урисона, але із-за труднощів побудови таких моделей доцільним є використання спрощених моделей у вигляді поліноміальних операторів Вольтерри [1, 2]:

$$y(\xi, t) = \sum_{m=1}^n \underbrace{\int_0^t \dots \int_0^t}_{m} K_m(\xi, \zeta, s_1, \dots, s_m) \prod_{i=1}^m x(\zeta, t - s_i) ds_i, t \in [0, T], \quad (1)$$

де $K_m(\xi, \zeta, s_1, \dots, s_m)$ – багатовимірні ядра, $x(\zeta, t)$, $y(\xi, t)$ – відповідно вхідний і вихідний сигнали прикладені у точках ζ і ξ розподіленого об'єкта, n – деяке натуральне число, T – час перехідного процесу.

Представлення (1) досить давно використовуються в задачах математичного моделювання нелінійних динамічних систем і базується на

апараті інтегральних рядів Вольтерри [4, 5]. Таке подання нелінійної динамічної системи є загальним та допускає ясну фізичну інтерпретацію і дозволяє представити вихідний сигнал $y(t)$ системи, яка трактується як “чорний ящик”, на зовнішні впливи $x(t)$ у вигляді частинної суми інтегро-степеневого ряду [5].

Однією із ключових проблем використання моделей у вигляді поліноміального оператора Вольтерри (1) є проблема ідентифікації ядер. Відповідно до традиційних підходів [2, 4] модель (1) будується за реакціями системи на детерміновані тестові впливи. Для побудови адекватної моделі необхідно проводити понад k^{m-1} експериментів для знаходження m -го ядра ряду, де k – кількість точок дискретизації за часом: $k = T / h + 1$ (h – крок дискретизації).

Для вирішення цієї проблеми пропонується адаптивний метод ідентифікації нелінійних динамічних моделей у вигляді рядів Вольтерри, який полягає в адаптації процесу проведення серії активних експериментів шляхом заміни для ряду експериментів даних вимірювань інтерполяційними даними із збереженням необхідної адекватності моделі [3]. Такий підхід має значний економічний ефект, оскільки дозволяє скоротити фінансові та часові затрати на підготовку та проведення натурних експериментів. Оцінка методу здійснювалась для випадку білінійного інтегрального оператора Вольтерри. Ефект скорочення кількості експериментів спостерігається при побудові моделей динамічних систем, як із зосередженими, так і з розподіленими параметрами, які під час перехідного процесу виходять на усталений режим роботи.

References

1. Doyle Francis J., Babatunde A. Ogunnaike, Ronald K. Pearson. Nonlinear model-based control using second-order Volterra models. *Automatica* 31.5, 1995, pp. 697–714.
2. Ivaniuk V., Ponedilok V., Hryshchuk V. Computer realization deterministic method of identifying integrated models of nonlinear dynamic objects. *Mathematical and computer*

- modelling. Series: Technical sciences*, Kamianets-Podilskyi, Kamianets-Podilskyi Ivan Ohiienko National University, 2014, No. 10, pp. 59-67 (In Ukrainian).
- Ivaniuk V.A., Fedorchuk V.A. Adaptive method of identification of models of nonlinear dynamic systems with using integral Volterra series. *Electronic Modeling*. 2019. V. 41, pp. 33-42 (In Ukrainian).
 - Pupkov K., Kapalyn V. and Yushchenko A. Functional series in the theory of non-linear systems. Moskva, Nauka. 1976. 448 p. (In Russian).
 - Sidorov D. Methods of analysis of integral dynamic models: theory and applications, Irkutsk, Publishing ISU. 2013, 293 p. (In Russian).
-
-

Oksana Klochko, Dr. Sc.

Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: klochko.ov@vspu.edu.ua

THE USE OF MACHINE LEARNING TECHNOLOGIES IN THE STUDY OF EDUCATIONAL/PEDAGOGICAL SYSTEMS

Abstract. The study considers the actual problem of using machine learning technologies in the study of educational/pedagogical systems: empirical comparison of clustering methods of machine learning in the study of Internet addiction of students of computer specialties; application of machine learning technologies to assess students' academic achievements in the process of implementing the method of flipped learning using a virtual learning environment. Prospects for further research into the application of machine learning technologies in research of educational / pedagogical systems are outlined.

Key words and phrases: machine learning, educational, pedagogical, systems.

В сучасному динамічному «цифровому» світі структури даних розглядаються як важливе джерело знань, як об'єкти побудови моделей, як системи, як складові елементи в структурі інших систем. Знання про об'єкти, явища, процеси генеруються на основі наукової парадигми, сфокусованої на вивченні їх як системи. Тому галузь освіти/педагогіки потребує розробки методів, що надають можливість досліджувати системи, зокрема, передбачати тенденції розвитку освітніх/педагогічних систем [1; 2; 3; 5].

Однією із задач системного аналізу є кластерний аналіз, що надає можливість класифікувати багатовимірні спостереження, зокрема, в галузі освіти/педагогіки [5] (рис. 1). На даний час використовується більше ста

алгоритмів кластеризації. Основним критерієм вибору того чи іншого алгоритму є практична корисність результату. Процедуру кластерного аналізу реалізовано в системах комп'ютерної математики, статистичних системах, модулях та пакетах програм (розроблених на мовах R, Java, C, C ++, Python й ін.), системах машинного навчання, зокрема, TensorFlow, WEKA, MATLAB й ін. В даних дослідженнях використано вільне програмне забезпечення для машинного навчання WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) [4].

Нами було здійснено емпіричне порівняння методів кластеризації на основі даних, отриманих в процесі опитування студентів комп'ютерних спеціальностей щодо наявності у них ознак інтернет-залежності із використанням системи машинного навчання WEKA [1, 4]. Застосовані алгоритми кластеризації – ймовірнісної оцінки максимальної схожості (Expectation Maximisation) та центроорієнтовані (k-Means, Farthest First). В результаті їх застосування здійснено розбиття набору даних на 3 кластери. За результатами кластеризації характерною ознакою для опитаних респондентів є наявність центрації Інтернету в психічній реальності особистості, також виділено кластер, представники якого попадають в групу ризику, пов'язану інтернет-іграми [1] (рис. 2).



Рис. 1. Схема алгоритму кластерного аналізу.

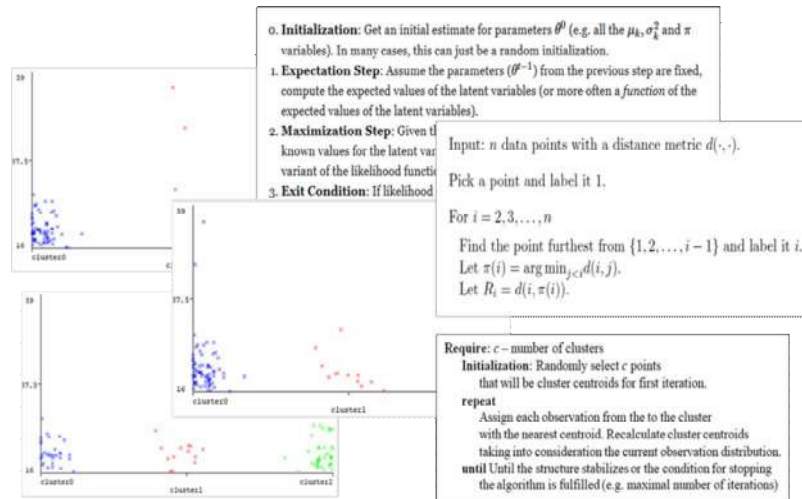


Рис. 2. Застосування технологій машинного навчання в дослідженні інтернет-залежності студентів комп'ютерних спеціальностей [1].

Ще одним прикладом є застосування технологій машинного навчання (платформа WEKA, алгоритми машинного навчання Canopy, Expectation Maximisation, Farthest First) для оцінки навчальних досягнень учнів ЗЗСО в процесі впровадження методу оберненого навчання із використанням віртуального навчального середовища [2; 4]. За результатами дослідження, можна зробити висновок, що основною причиною помилок учнів є неправильне застосування ними ключових понять теми «Геометричні перетворення» до геометричних задач більш загального типу, застосування оберненого навчання на основі віртуальних навчальних середовищ потребує детального відбору змісту предмету, а також його адаптації до конкретних груп учнів [2]. Модель кластеризації, представлена в дослідженні, також може бути використана для вибору навчальних завдань за “традиційної” організації навчального процесу.

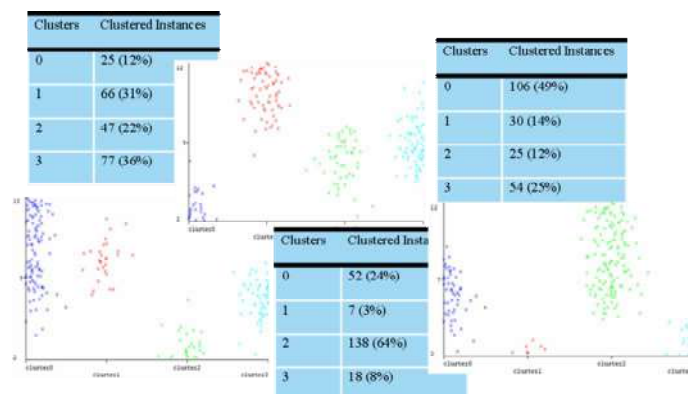


Рис. 2. Застосування технологій машинного навчання в дослідження інтернет-залежності студентів комп'ютерних спеціальностей [2].

Детальний аналіз змісту застосування технологій машинного навчання, розроблених на основі методів математичного моделювання, в освіті/педагогіці, зокрема, кластерного аналізу є значимим, оскільки продуктивне поєднання даних підходів в освітніх/педагогічних дослідженнях надасть можливість розробити ефективні освітні/педагогічні системи, ефективно опрацьовуючи дані, забезпечуючи мобільність ринку освітніх послуг. Перспективами подальших розвідок з даної тематики є використання ансамблевих методів машинного навчання в дослідженні освітніх/педагогічних систем.

References

1. Klochko O. V., Fedorets V. M. An empirical comparison of machine learning clustering methods in the study of Internet addiction among students majoring in Computer Sciences. *CEUR Workshop Proceedings*, 2019. Vol. 2546. P. 58–75.
2. Klochko O., Fedorets V., Tkachenko S., Maliar O. The Use of Digital Technologies for Flipped Learning Implementation. *CEUR Workshop Proceedings*, 2020. Vol. 2732. P. 1233-1248.
3. Klochko O. V., Fedorets V. M., Obukh I. S. Innovative aspects of using digital technologies for the modelling activities of the university. *Contemporary technologies in the educational process: Series of monographs Faculty of Architecture, Civil Engineering and Applied Arts Katowice School of Technology, Monograph*, 2020. Vol. 40. P. 80-90.
4. WEKA. The workbench for machine learning. URL: <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka>.
5. Klochko O. V. Mathematical modeling of systems and processes in education / pedagogy: Textbook. Vinnytsia: Mykhailo Kotsyubynsky State Pedagogical University, 2019. 127 p.

Mykola Pratsiovytyi, Dr. Sc.

National Pedagogical Dragomanov University, Kyiv, Ukraine
e-mail: prats4444@gmail.com

CONTINUOUS FUNCTIONS WITH LOCALLY COMPLEX STRUCTURES AND FRACTAL PROPERTIES RELATED TO THEM

Більшість (у топологічному сенсі) функцій метричного простору $C[0; 1]$ мають складну локальну структуру. До цієї категорії ми відносимо:

1) *ніде не монотонні функції* (це такі, що не мають жодного як завгодно малого проміжка мнотонності), зокрема *недиференційовні функції*;

2) *функції, що не мають проміжків монотонності, крім відрізків сталості*;

3) *сингулярні функції* (неперервні функції, відмінні від сталих, похідна яких дорівнює нулю майже скрізь у розумінні міри Лебега) та ін.

Загальна теорія таких функцій бідна, але окремим її представникам у дослідженнях приділена суттєва увага. До таких відносяться: сингулярні функції Кантора, Салема, Мінковського, недиференційовні функції Вейерштрасса, Серпінського, Такагі, Буша-Вундерліха, Окамото тощо.

У своїх дослідженнях ми вивчали структурні, тополого-метричні, фрактальні, інтегро-диференціальні, варіаційні властивості неперервних функцій кількох класів. Серед них:

1) функції, що мають самоподібні, самоафінні, автомодельні властивості;

2) функції, визначенні проєкторами цифр одного зображення чисел в інше;

3) функції, визначені ланцюговою залежністю цифр двосимвольного зображення значення функції від цифр аргумента;

4) функції, що є узагальненнями та аналогами вище згаданих класичних прикладів функцій, тощо.

Особливе місце такі функції посідають у конструктивній теорії функцій, у теорії сингулярних розподілів випадкових величин, у теорії динамічних систем, у теорії фракталів, оскільки кожна з вказаних функцій має фрактальні властивості. Нагадаємо, що функція називається фрактальною (володіє фрактальними властивостями), якщо для неї виконується принаймні одна з умов:

1) функція має фрактальну множину значень або множину рівнів;

2) самоподібний, самоафінний, автомодельний або фрактальний графік (як множину R^2);

3) фрактальну множину точок несталості (зокрема росту, спадання);

4) фрактальну множину особливостей (диференціального або іншого характеру);

5) розподіл значень функції при рівномірному розподілі аргумента, зосереджений на фракталі;

6) функція трансформує фрактальну розмірність, принаймні однієї з борелівських підмножин одиничного відрізка $[0; 1]$.

Для задання та дослідження функцій з локально складною структурою плідною є ідея використання різних систем кодування (зображення) чисел. Ми використовували близько півтора десятка різних двосимвольних систем кодування (Q_2 -, Q_2^* -, G_2 -зображення, медіантне, фібоначчіве і марковське зображення, зображення чисел ланцюговими A_2 -дробами, дробами Данжуа тощо) і не менше нескінченно символьних зображень (2^∞ -, q_0^∞ -зображення, зображення чисел рядами Люрота, Енгеля, Остроградського, Сільвестера, Остроградського-Серпінського-Пірса тощо).

Кодуванням (зображенням) чисел $[0; 1]$ засобами алфавіту $A = \{0, \dots, s - 1\}$, $2 \leq s \in N$ називається сюр'єктивне відображення g простору $L = A \times A \times \dots$ послідовностей елементів алфавіту A у $[0; 1]$:

$L \ni (\alpha_n) \xrightarrow{g} x \in [0; 1]$. Це записується $x = \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n \dots}^g$ і називається g -

зображенням числа x , а α_n – його n -ою цифрою. Найпростішим прикладом g

–кодування з s -ковим алфавітом є класичне s -кове зображення. Ключовим

поняттям теорії g -кодування чисел є наступне: g -циліндром рангу m з основою

$c_1 \dots c_m$ називається множина $\Delta_{c_1 c_2 \dots c_m}^g$ всіх $x \in [0; 1]$ таких, що

$x = \Delta_{c_1 c_2 \dots c_m \alpha_{m+1} \alpha_{m+2} \dots}^g$ $(\alpha_{m+k}) \in L$. Очевидно, що

$\Delta_{c_1 \dots c_m}^g = \Delta_{c_1 \dots c_m}^g 0 \cup \dots \cup \Delta_{c_1 \dots c_m}^g [s-1]$. Зображення називається: *неперервним*, якщо кожен циліндр є відрізком; *монотонним*, якщо $\max \Delta_{c_1 \dots c_m}^g i = \min \Delta_{c_1 \dots c_m}^g [i+1]$.

Тут ми розглядаємо саме такі зображення.

Відношення $|\Delta_{c_1 \dots c_m}^g i| : |\Delta_{c_1 \dots c_m}^g| = \rho$ називається *основним метричним відношенням*. Зрозуміло, що воно може залежати від m, i, c_1, \dots, c_m . Зображення називається Q_s -зображенням, якщо $\rho = \rho(i)$.

Кажуть, що зображення має нульову надлишковість, якщо кожне число має не більше двох зображень. При цьому ті числа, що мають їх два, називаються *g-бінарними*, а решта – *g-унарними*. Для монотонних зображень виконується рівність: $\Delta_{c_1 \dots c_m}^g(0) = \Delta_{c_1 \dots c_{m-1}}^{Q_2} [c_m-1](s-1)$.

Доповідь присвячена функціям трьох класів (з різними способами задання):

- 1) монотонним сингулярним функціям (типу Салема або інверсора);
- 2) недиференційовним функціям типу Трибін-функції;
- 3) ніде не монотонним функціям, які на кожному циліндрі області визначення набувають максимального і мінімального значення на його кінцях, а саме

$$1. a) \varphi(x = \Delta_{\alpha_1 \dots \alpha_n}^{g_1}) = \Delta_{\alpha_1 \dots \alpha_n}^{g_2}; \quad b) I(x = \Delta_{\alpha_1 \dots \alpha_n}^g) = \Delta_{\alpha_1 \dots \alpha_n}^g,$$

$$a_n = s - 1 - \alpha_n;$$

$$2. f(\Delta_{\alpha_1 \dots \alpha_n}^{g_1}) = \Delta_{b_1 \dots b_n}^{g_2}, \quad b_1 = \begin{cases} 0 & \text{при } \alpha_1 = a; \\ 1 & \text{при } \alpha_1 \neq a; \end{cases}$$

$$b_{n+1} = \begin{cases} b_n & \text{при } \alpha_{n+1} = \alpha_n; \\ 1 - b_n & \text{при } \alpha_{n+1} \neq \alpha_n; \end{cases}$$

де g_2 -зображення з двосимвольним алфавітом, а для g_1 -зображення -- з $|A| \geq 3$;

$$3. f(\beta_i + q_i x) = \delta_i + g_i f(x), \quad q_i > 0, \quad q_0 + \dots + q_{s-1} = 1, \quad \beta_i = q_0 + \dots + q_{i-1}, \\ |g_i| < 1, \quad g_0 + \dots + g_{s-1} = 1, \quad \delta_i = g_0 + \dots + g_{i-1}.$$

$$4. \gamma(\Delta_{\alpha_1 \dots \alpha_n \dots}^{Q_2}) = \prod_{n=1}^{\infty} \lambda_n^{\alpha_n}, \text{ де } \prod_{n=1}^{\infty} \lambda_n^{\alpha_n} - \text{абсолютно збіжний добуток, } \lambda_n > 0.$$

Актуальною задачею для фрактального аналізу є дослідження класу неперервних функцій, що зберігають фрактальні характеристики об'єктів, зокрема фрактальну розмірність Гаусдорфа-Безиковича, частоти цифр або хвосту зображення чисел тощо.

Теорема. *Функція f є ніде не монотонною, має необмежену варіацію, континуальні множини рівнів. Якщо g_1 і g_2 – різні, то функція φ одну з множин повної міри Лебега переводить у множину нульової міри Лебега, а множину нульової міри Лебега у множину повної міри Лебега.*

SECTION 1. MODERN PROBLEMS OF MATHEMATICS

Igor Abramchuk*

Taisiya Abramchuk**

Maxim Yurchenko***, student

*Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: abramchuk@vntu.edu.ua

**Humanitarian Gymnasium 1, Vinnytsia, Ukraine

***Municipal institution "Tivrivsky Scientific Lyceum" of Vinnytsia Regional Council, Vinnytsia, Ukraine

ON USING RECURRENCE RELATIONS FOR SOLVING THE FUNCTIONAL EQUATIONS WITH PERIODIC FUNCTION

Abstract. The method of applying recurrence relations to the solution of functional equations is considered on the example of an equation containing a periodic function. A solution method based on the properties of periodic functions and recursion are proposed. One of the properties of the sum of two periodic functions was proved.

Key words and phrases: functional equation, recurrence relations, periodic function, method of applying recurrence relations, sum of two periodic functions.

Вступ. В літературі [1-4] описано достатньо велику кількість методів і прийомів, що використовуються при розв'язуванні функціональних рівнянь. У даній роботі розглянуто певне узагальнене функціональне рівняння, що містить періодичні функції і метод його розв'язання, що базується на застосуванні рекурентних співвідношень [1-4].

Основна частина. Відправною точкою стала задача [3, с. 70]. Цю задачу узагальнено в [7] наступним чином.

Задача 1. Знайдіть усі такі неперервні періодичні функції $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, які при $x \in \mathbb{R}$, $q \neq 1$, задовольняють рівняння

$$f(x) = q \cdot f\left(x - \frac{T}{2}\right) + \alpha(x),$$

якщо $\alpha(x)$ -- періодична функція з основним періодом T і така, що

$$\alpha\left(x - \frac{T}{2}\right) = -\alpha(x). \quad (\text{Відповідь: } f(x) = \frac{\alpha(x)}{1+q})$$

Розглянемо подальше узагальнення задачі 1.

Задача 2. Знайдіть усі такі неперервні періодичні функції $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, які при $x \in \mathbb{R}$, $q \neq 1$, $r \in \mathbb{Q}$, задовольняють рівняння

$$f(x) = q \cdot f(x - r \cdot T) + \alpha(x), \quad (1)$$

якщо $\alpha(x)$ -- періодична функція з основним періодом T і така, що $\alpha(x - r \cdot T) = k(r) \cdot \alpha(x)$, де $k(r)$ -- деяка задана функція.

Розв'язання. Рівняння (1) можна записати в наступному вигляді:

$$\alpha(x) = f(x) - q \cdot f(x - r \cdot T). \quad (2)$$

В силу того, що функція $\alpha(x)$ є неперервною періодичною з найменшим періодом T , то і права частина рівності (2) має такі властивості.

Доведемо, що у випадку $q \neq 1$, $r \in \mathbb{Q}$ найменший період $f(x)$ також T . Нехай існує період T_1 функції $f(x)$, такий, що $0 < T_1 < T$. Тоді

$$\begin{aligned} f(x + T_1) - q \cdot f(x - r \cdot T + T_1) &= f(x) - q \cdot f(x - r \cdot T), \\ q \cdot (f(x - r \cdot T + T_1) - f(x - r \cdot T)) &= f(x + T_1) - f(x). \end{aligned} \quad (3)$$

Нехай $\varphi(x) = f(x + T_1) - f(x)$, тоді (3) матиме вигляд

$$q \cdot \varphi(x - r \cdot T) = \varphi(x) \Leftrightarrow \varphi(x - r \cdot T) = \frac{1}{q} \varphi(x),$$

а отже rT при $q \neq 1$, $r \in \mathbb{Q}$ не є періодом неперервної функції $\varphi(x)$, але у цьому випадку [5,6] і pT , $p \in \mathbb{Q}$ не є періодом $f(x)$ і тоді T не може бути мінімальним періодом правої частини (2). Отже припущення про те, що $0 < T_1 < T$ є періодом функції $f(x)$ невірне.

Якщо $r \in \mathbb{Q}$, то $r = \frac{m}{n}$, $m \in \mathbb{Z}, n \in \mathbb{N}$. Позначимо $k_s = k\left(\frac{s \cdot m}{n}\right)$, $s \in \mathbb{N}$, $k_0 = 1$.

Рекурентно, $n - 1$ раз, використовуємо вихідне рівняння (1)

$$\begin{aligned} f(x) &= q \cdot f\left(x - \frac{m}{n}T\right) + \alpha(x) = \\ &= q \left(q \cdot f\left(\left(x - \frac{m}{n}T\right) - \frac{m}{n}T\right) + \alpha\left(x - \frac{m}{n}T\right) \right) + \alpha(x) = \\ &= q^2 f\left(x - \frac{2m}{n}T\right) + q \cdot k_1 \cdot \alpha(x) + \alpha(x) = \dots \\ &= q^n f\left(x - \frac{nm}{n} \cdot T\right) + \alpha(x) \cdot \sum_{s=0}^{n-1} q^s k_s = q^n f(x) + \alpha(x) \cdot \sum_{s=0}^{n-1} q^s k_s. \end{aligned}$$

Остаточно отримаємо

$$f(x) = \frac{\alpha(x) \cdot \sum_{s=0}^{n-1} q^s k_s}{1 - q^n}. \quad (4)$$

Зауважимо, що у випадку $q = 1$, $r \notin \mathbb{Q}$, функція $f(x)$ є періодичною і також має найменший період T [5], проте розглянутий метод пошуку розв'язку - незастосовний; а у випадку $q = 1$, $r \in \mathbb{Q}$ розв'язками, в тому числі, можуть бути функції з періодами більшими за T , але співмірними з T [5,6].

Висновки. В роботі розглянуто функціональне рівняння, що може описувати процес де на вході - різниця деякої невідомої неперервної періодичної функції та її масштабованого зміщення, а на виході - деяка відома періодична функція, що задовольняє додатковій умові.

В ході розв'язання доведено одну з властивостей для суми двох періодичних функцій певного виду.

Отримано загальний розв'язок розглянутої задачі.

References

1. Christopher G. Small (3 April 2007). Functional Equations and How to Solve Them. Springer Science & Business Media, 2007, 143 p.
2. Efthimiou C. Introduction to Functional Equations, AMS, 2011, 346 p., URL: <https://www.msri.org/people/staff/levy/files/MCL/Efthimiou/100914book.pdf>.
3. Storchay V.F., Koryashkina L.S. Preparing for the Olympics. Functional equations: a textbook / Nat. tech. Dnipro Polytechnic University. Dnipro, 2018.
4. IMOMath: Basic Methods for Solving Functional Equations. – URL: <https://www.imomath.com/index.php?options=339&lmm=0>.
5. Mikhaelian L., Sedrakian N. On the periodicity of the sum of periodic functions. // Mathematics education (Russia), 2000, vol. 2(13), p. 29-33.
6. Evnin A. The period of the sum of two periodic functions // Bulletin of the South Ural State University. Ser.: Mathematics. Mechanics, 2005, vol.2, p. 56-61.
7. Yurchenko M. Functional equations and methods for solving them. III Stage of the All-Ukrainian competition-defense of research works of students-members of the “MAH” of Ukraine, section of mathematics, Kyiv 2021.

Sergiy Bak*, Dr. Sc.

Galyna Kovtonyuk**, Ph. D.

*Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: sergiy.bak@vspu.edu.ua

**Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: kovtonyukgm@vspu.edu.ua

ON WELL-POSEDNESS OF THE CAUCHY PROBLEM FOR SYSTEM OF OSCILLATORS IN WEIGHTED SEQUENCE SPACES

Abstract. We consider an infinite system of ordinary differential equations that describes the dynamics of an infinite system of linearly coupled nonlinear oscillators on a two dimensional integer-valued lattice. We obtain the results on existence of a unique global solutions of the Cauchy problem in a wide class of weighted sequence spaces.

Key words and phrases: nonlinear oscillators, 2D-lattice, Cauchy problem, well-posedness, weighted sequence spaces.

We study equations that describe the dynamics of an infinite system of linearly coupled nonlinear oscillators on a two dimensional lattice. Let $q_{n,m} = q_{n,m}(t)$ be a generalized coordinate of the (n,m) -th oscillator at time t . It is assumed that each

oscillator interacts linearly with its four nearest neighbors. The equations of motion of the system are of the form

$$\ddot{q}_{n,m} = a_{n-1,m}q_{n-1,m} + a_{n,m}q_{n+1,m} + b_{n,m-1}q_{n,m-1} + b_{n,m}q_{n,m+1} + c_{n,m}q_{n,m} - V'_{n,m}(q_{n,m}), \quad (n, m) \in \mathbb{Z}^2. \quad (1)$$

where $a_{n,m}, b_{n,m}, d_{n,m} \in \mathbb{R}$, $V_{n,m} \in C^1(\mathbb{R}; \mathbb{R})$. We consider solutions of system (1) such that

$$\lim_{n, m \rightarrow \pm\infty} q_{n,m}(t) = 0, \quad (2)$$

i.e., the oscillators are at the rest at infinity.

We study the Cauchy problem for system (1) with initial conditions

$$q_{n,m}(0) = q_{n,m}^{(0)}, \quad \dot{q}_{n,m}(0) = q_{n,m}^{(1)}, \quad (n, m) \in \mathbb{Z}^2. \quad (3)$$

System (1) naturally can be considered as an operator-differential equation, namely

$$\ddot{q} = Aq - B(q), \quad (4)$$

where $(Aq)_{n,m} = a_{n-1,m}q_{n-1,m} + a_{n,m}q_{n+1,m} + b_{n,m-1}q_{n,m-1} + b_{n,m}q_{n,m+1} + c_{n,m}q_{n,m}$, and the nonlinear operator B is defined by $(B(q))_{n,m} = V'_{n,m}(q_{n,m})$, in the Hilbert, or even Banach, space of sequences.

We impose the following assumptions

- (i) $\{a_{n,m}\}$, $\{b_{n,m}\}$ and $\{d_{n,m}\}$ are bounded;
- (ii) $V_{n,m} \in C^1(\mathbb{R}; \mathbb{R})$, $V_{n,m}(0) = V'_{n,m}(0) = 0$, $(n, m) \in \mathbb{Z}^2$, and $V'_{n,m}$ is locally Lipschitz continuous uniformly with respect to $(n, m) \in \mathbb{Z}^2$, i.e., for any $R > 0$ there exists a constant $C = C(R) > 0$ such that for all $(n, m) \in \mathbb{Z}^2$:

$$|V'_{n,m}(r_1) - V'_{n,m}(r_2)| \leq C|r_1 - r_2|, \quad |r_1|, |r_2| \leq R.$$

Sometimes we use the following stronger than (ii) assumption

(ii') assumption (ii) is satisfied with the constant C independent of $R > 0$, i.e., $V'_{n,m}$ is globally Lipschitz continuous uniformly with respect to $(n, m) \in \mathbb{Z}^2$.

Let $\Theta = \{\theta_{n,m}\}$ be a sequence of positive numbers (weight). We denote by l^2_Θ the space of all two-sided sequences $q = \{q_{n,m}\}$ of real numbers such that the norm

$$\|q\|_\Theta = \left(\sum_{(n,m) \in \mathbb{Z}^2} \theta_{n,m} q_{n,m}^2 \right)^{\frac{1}{2}}.$$

is finite. This is a Hilbert space with the scalar product

$$(u, v)_\Theta = \sum_{(n,m) \in \mathbb{Z}^2} \theta_{n,m} u_{n,m} v_{n,m}.$$

We suppose that the weight $\Theta = \{\theta_{n,m}\}$ satisfies the following assumption

(iii) the weight Θ be a regular, i.e., the sequence $\{\theta_{n,m}\}$ is bounded below by a positive constant and there exists a constant $c_0 > 0$ such that

$$c_0^{-1} \leq \frac{\theta_{n+1}}{\theta_n} \leq c_0$$

for all $(n, m) \in \mathbb{Z}^2$.

Note that $l^2_\Theta = l^2$ as $\theta_{n,m} \equiv 1$.

We obtain the following results.

Teopema 1. Assume (i), (ii') and (iii). Then for every $q^{(0)} \in l^2_\Theta$ and $q^{(1)} \in l^2_\Theta$ problem (1), (3) has a unique global solution $q \in C^2(\mathbb{R}; l^2_\Theta)$.

Teopema 2. Assume (i)–(iii). Suppose that the operator A is non-positive, i.e., $(Aq, q) \leq 0$ for all $q \in l^2$. Suppose also that one of the following two conditions holds:

(a) $V_{n,m}(r) \geq 0$ for all $(n, m) \in \mathbb{Z}^2$ and $r \in \mathbb{R}$;

(b) there exists a nondecreasing function $h(\xi)$, $\xi \geq 0$, such that $\lim_{\xi \rightarrow +\infty} h(\xi) = +\infty$

and $V_{n,m}(r) \geq h(|r|)$ for all $(n, m) \in \mathbb{Z}^2$ and $r \in \mathbb{R}$.

Then for every $q^{(0)} \in l_{\Theta}^2$ and $q^{(1)} \in l_{\Theta}^2$ problem (1), (3) has a unique global solution $q \in C^2(\mathbb{R}; l_{\Theta}^2)$.

Теорема 3. Assume (i) and (iii). Suppose that $V_{n,m}(r) = \frac{g_{n,m}}{p} r^p$, where $\{g_{n,m}\}$ is a bounded sequence, and the operator A is negative definite in l^2 . Then there exists $\delta > 0$, such that for any $q^{(0)} \in l_{\Theta}^2$ and $q^{(1)} \in l_{\Theta}^2$ with $\|q^{(0)}\| \leq \delta$ and $\|q^{(1)}\| \leq \delta$ problem (1), (3) has a unique global solution $q \in C^2(\mathbb{R}; l_{\Theta}^2)$.

References

1. Bak S. M. Global well-posedness of the Cauchy problem for system of oscillators on 2D-lattice with power potentials. *Journal of Mathematical Sciences*. 2020. Vol. 246, No 5. P. 593-601.
2. Bak S. M. The existence and uniqueness of the global solution of the Cauchy problem for an infinite system of nonlinear oscillators on a two-dimensional lattice. *Math. and Comp. Modelling. Ser.: Phys. and Math. Sci.* 2011. Vol. 5. P. 3-9 (in Ukrainian).
3. Bak S. M., Baranova O. O., Bilyk Yu. P. Correctness of the Cauchy problem for an infinite system of nonlinear oscillators on 2D-lattice. *Math. and Comp. Modelling. Ser.: Phys. and Math. Sci.* 2010. Vol. 4. P. 18–24 (in Ukrainian).
4. Bak S., N'Guerekata G. M., Pankov A. Well-posedness of initial value problem for discrete nonlinear wave equations. *Commun. Math. Analysis*. 2010. Vol. 8. No 1. P. 79–86.
5. Bak S. N., Pankov A. A. On the dynamical equations of a system of linearly coupled nonlinear oscillators. *Ukr. Math. J.* 2006. Vol. 58, No 6. P. 815–822.

Kateryna Buryachenko*, Ph. D.

Ihor Skrypnik**, Dr. Sc.

*Vasyl' Stus Donetsk National University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: k.buriachenko@donnu.edu.ua

**Vasyl' Stus Donetsk National University, Vinnytsia, Ukraine

**Institute of Applied Math&Mechanics of NASU, Sloviansk, Ukraine

e-mail: iskrypnik@iamm.donbass.com

QUASILINEAR ELLIPTIC AND PARABOLIC EQUATIONS WITH NONSTANDARD GROWTH CONDITIONS

Abstract. We derive the pointwise estimates of Harnack's inequality type for the weak solutions to inhomogeneous quasilinear two-phase elliptic equations of the divergence type (with the help of nonlinear Wolff potentials) and homogeneous double-phase parabolic equations.

Key words and phrases: Harnack inequality, Wolff potentials, double-phase elliptic and parabolic equations, weak solutions, nonstandard growth conditions.

We are concerned here with pointwise estimates (of Harnack's type) for inhomogeneous quasilinear two-phase elliptic equations of the divergence type and correspondent homogeneous double-phase parabolic equations:

$$-\operatorname{div}((|\nabla u|^{p-2} + a(x)|\nabla u|^{q-2})\nabla u) = f(x), \quad (1)$$

$$u_t - \operatorname{div}((|\nabla u|^{p-2} + a(x, t)|\nabla u|^{q-2})\nabla u) = 0. \quad (2)$$

All conditions on coefficients, powers of nonlinearity (p,q) and right-hand side $f(x)$ is presented in [1], [2].

In elliptic case of Eq. (1) our result generalizes the classical one by T. Kilpelainen and J. Maly, who proved the pointwise estimates of solutions to a quasilinear elliptic equation with the p-Laplace operator and with measure on the right-hand side with the help of a nonlinear Wolff potential. Further, those estimates were generalized to strongly nonlinear equations and to strongly nonlinear subelliptic quasilinear equations.

Then the constructed estimates were applied as an efficient tool to the study of the questions of solvability and regularity of solutions to difference linear, quasilinear, and nonlinear equations (see the works by M. Biroli, F. Duzaar, J. Kristensen, and G. Mingione, J.Maly and W. Ziemer, N. Phuc and I. Verbitsky, and I.I. Skrypnik). Due to the application of some quasilinear equations with nonstandard conditions of growth to the modeling of a behavior of electrorheological fluids the qualitative theory of such equations is permanently developed, by attracting more and more the interest of researchers.

The main goal of investigations of parabolic case Eq. (2) is to establish such local properties of bounded solutions to equation (2) as local continuity and Harnack's type inequality. These properties are basically characterized by the different types of degenerate behavior, according to the size of a coefficient $a(x, t)$ that determines the "phase". Indeed, on the set $a(x, t) = 0$ equation (2) has growth of order p with respect to the gradient (this is so called "p-phase"), and at the same time this growth is of order q , when $a(x, t) > 0$ (this corresponds to (p, q) or double phase).

In the standard case $p=q$ the class of equations (2) has numerous applications and has been attracting attention for several researchers. Starting from the seminal paper by P. Marcellini, V.V. Zhikov and G. Lieberman there has been growing interest and substantial development in the qualitative theory of second-order quasilinear elliptic and parabolic equations with nonstandard growth conditions. The interest grows not only from the calculus of variations but also from a number of recent applications in modeling electrorheological fluids, image processing, theory of elasticity.

Acknowledgments. This work is supported by grants of Ministry of Educations and Sciences of Ukraine (grants numbers are 0121U109525, 0119U100421) and Ukrainian-Germany project «From Modeling and Analysis to Approximation».

References

1. Buryachenko K.O., Skrypnik I.I. Pointwise estimates of solutions to the double-phase elliptic equations, *Journal of Mathematical Sciences*. 2017. Vol. 222, P. 772–786.
 2. Buryachenko K.O., Skrypnik I.I. Local Continuity and Harnack's Inequality for Double-Phase Parabolic Equations, *Potential analysis*, 2020, <https://doi.org/10.1007/s11118-020-09879-9>.
-
-

Iryna Chernega, Ph. D.

Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics, Lviv, Ukraine
e-mail: icherneha@ukr.net

STRUCTURE OF THE SPECTRA OF ALGEBRAS OF SYMMETRIC ANALYTIC FUNCTIONS ON BANACH SPACES

Abstract. We continue the study of the spectra of algebras of symmetric analytic functions on Banach spaces. In this talk we consider structure of the spectra of such algebras.

Key words and phrases: symmetric analytic functions on Banach spaces, spectra of algebras.

The function f on the space ℓ_1 is called *symmetric* if for each permutation σ on the set of positive integers and each $x = \sum_{i=1}^{\infty} x_i e_i \in \ell_1$, where $\{e_i\}$ is a standard basis in ℓ_1 , we have that

$$f(\sigma(x)) = f\left(\sum_{i=1}^{\infty} x_i e_{\sigma(i)}\right) = f(x).$$

We denote by $\mathcal{H}_{bs}(\ell_1)$ the algebra of entire symmetric analytic functions from ℓ_1 into \mathbb{C} which are bounded on bounded sets. By $\mathcal{M}_{bs}(\ell_1)$ we will denote the spectrum of the algebra $\mathcal{H}_{bs}(\ell_1)$, that is, the set of all nonzero continuous complex-valued homomorphisms. The spectrum of $\mathcal{M}_{bs}(\ell_1)$ was studied in [1, 2, 3, 4].

In the talk we continue the study of the algebra of symmetric analytic functions $\mathcal{H}_{bs}(\ell_1)$ and of the spectrum $\mathcal{M}_{bs}(\ell_1)$.

References

1. Alencar R., Aron R., Galindo P., Zagorodnyuk A. Algebras of symmetric holomorphic functions on ℓ_p . *Bull. Lond. Math. Soc.* 2003. Vol. 35. P. 55-64.
 2. Chernega I., Galindo P., Zagorodnyuk A. Some algebras of symmetric analytic functions and their spectra. *Proc. Edinburgh Math. Soc.* 2012. Vol. 55. P. 125-142.
 3. Chernega I., Galindo P., Zagorodnyuk A. The convolution operation on the spectra of algebras of symmetric analytic functions. *J. Math. Anal. Appl.* 2012. Vol. 395. P. 569-577.
 4. Chernega I., Galindo P., Zagorodnyuk A. A multiplicative convolution on the spectra of algebras of symmetric analytic functions. *Rev. Mat. Complut.* 2014. Vol 27. P. 575-585.
-

Yanina Goncharenko, Ph. D.

Iryna Lysenko, Ph. D.

Yulia Maslova, Ph. D.

Mykola Pratsiovytyi, Dr. Sc.

National Pedagogical Dragomanov University, Kyiv, Ukraine

e-mail: prats4444@gmail.com

METRIC, STATISTICAL AND FRACTAL THEORY OF G_2 - REPRESENTATION OF NUMBERS

Нехай $A = \{0; 1\}$ – алфавіт, $L = A \times \dots \times A \times \dots$ – простір послідовностей елементів алфавіту (простір послідовностей нулів та одиниць), $\bar{g} = (g_0; g_1)$ – фіксований набір чисел, причому $\frac{1}{2} < g_0 < 1$, $g_1 \equiv g_0 - 1$; $\delta_0 \equiv 0$, $\delta_1 \equiv g_0$.

Для будь-якого $x \in [0; g_0]$ існує послідовність $(\alpha_n) \in L$ (причому не більше двох) така, що

$$x = \delta_{\alpha_1} + \sum_{k=2}^{\infty} \left(\delta_{\alpha_k} \prod_{j=1}^{k-1} g_{\alpha_j} \right) \equiv \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_k \dots}^{G_2} \quad (1)$$

Ряд (1) називається G_2 -представленням числа x , символічний запис $\Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_k}^{G_2}$ називається G_2 -зображенням числа x , а α_n називається n -ною цифрою даного зображення.

Метрична теорія G_2 -зображення чисел займається вивченням множин чисел, визначених умовами на зображення, з використанням метричних понять та відношень, в першу чергу, засобів теорії міри Лебега. Вона включає вивчення нормальних властивостей чисел. Одним з фактів метричної теорії є твердження про міру Лебега множини $C[G_2; (V_n)] = \{x: \alpha_n(x) \in V_n \subset A\}$.

Теорема. Міра Лебега множини $C[G_2; (V_n)]$ обчислюється за формулою

$$\lambda(C) = \lambda(E_1) \cdot \prod_{n=1}^{\infty} \frac{\lambda(E_{n+1})}{\lambda(E_n)} = \lambda(E_1) \cdot \prod_{n=1}^{\infty} \left(1 - \frac{\lambda(E_n \setminus E_{n+1})}{\lambda(E_n)}\right),$$

де E_n – об'єднання циліндрів n -го рангу, серед внутрішніх точок яких є точки множини C .

Наслідком з цієї теореми є критерій нуль-мірності множини E є:

$$\lambda(E) = 0 \Leftrightarrow \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\lambda(E_n \setminus E_{n+1})}{\lambda(E_n)} = \infty.$$

Нехай $N_1(x, k) \equiv \alpha_1 + \dots + \alpha_k$, $N_0(x, k) = k - N_1(x, k)$.

Число

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{N_i(x, k)}{k} = v_i^{G_2}(x), \quad i \in A,$$

у випадку його існування, називається частотою цифри i у G_2 -зображенні числа x .

Теорема (Аналог теореми Бореля для двійкового зображення). Множина $B = \{x: v_0^{G_2}(x) = g_0\}$ чисел x відрізка $[0; g_0]$, частота цифри 0 у G_2 -зображенні яких дорівнює g_0 , має міру Лебега рівну g_0 .

Число $x \in [0; g_0]$ називається *нормальним* відносно G_2 -зображення числа, якщо у цьому зображенні існують частоти його цифр, причому частота цифри 0 рівна g_0 , а цифри 1 – $(-g_1)$.

Ймовірнісна теорія G_2 -зображення чисел. Займається розв'язанням теоретико-числових проблем з використанням ймовірнісних засобів, а ймовірнісна теорія g -зображення чисел вивчає властивості розподілів цифр випадкової величини (в.в.) за заданим її розподілом і розподіл випадкової величини, породжений розподілами її цифр, а також вивчає розподіли на числових множинах зі складною тополого-метричною структурою.

Теорема. *Якщо випадкова величина $\xi = \Delta_{\xi_1 \xi_2 \dots}^{G_2}$ має рівномірний розподіл на відрізьку $[0; g_0]$, то цифри (ξ_n) її G_2 -зображення є незалежними і мають розподіли $P\{\xi_n = 0\} = g_0$, $P\{\xi_n = 1\} = -g_1$.*

Теорема. *Якщо (τ_n) – послідовність незалежних однаково розподілених випадкових величин, які набувають значень 0 і 1 з ймовірностями p_0 і p_1 , тобто $P\{\tau_n = i\} = p_i$, $0 < p_i < 1$, $i = 0, 1$, то розподіл випадкової величини $\tau = \Delta_{\tau_1 \tau_2 \dots}^{G_2}$ є рівномірним при $p_0 = g_0$ і сингулярно неперервним при $p_0 \neq g_0$.*

Фрактальна теорія G_2 -зображення чисел.

Суть фрактальної теорії чисел у заданій системі їх кодування полягає у вивченні фрактальних властивостей множин чисел, визначених умовами (обмеженнями) на їх зображення (використання цифр). Ці умови можуть бути сформульовані у термінах заборони використання цифр та їх комбінацій, у термінах частот цифр або комбінацій цифр у зображенні числа та ін.

Фрактальні властивості числових множин можуть мати різні прояви (вираження):

- 1) автомодельність множини, зокрема її самоподібність;
- 2) дробовість метричної розмірності типу Гаусдорфа-Безиковича;
- 3) аномальна фрактальність чи суперфрактальність;
- 4) неспівпадіння метричної і топологічної розмірностей;
- 5) зміна розмірності множини під дією оператора, функції або перетворення тощо.

Одні і ті ж (за постановкою) задачі для різних систем кодування чисел мають різний ступінь складності. Існує ряд нерозв'язаних задач стосовно фрактальної розмірності множин для систем кодування чисел з нескінченним алфавітом, зокрема зображень чисел рядами Люрота (додатними та знакозмінними), Енгеля, Сільвестера, Остроградського, Остроградського-Серпінського-Пірса та ін. Помилково вважати, що таких немає для двосимвольних систем, хоча би по тій причині, що перекодування двосимвольних зображень приводить до нескінченно-символьних. До цього списку відносяться задачі про критерії аномальної фрактальності та суперфрактальності множин. Складними вони є для зображень чисел ланцюговими дробами (зі скінченним та нескінченним алфавітами) та ін.

Теорема. *При визначені розмірності Гаусдорфа-Безиковича можна обійтись покриттями множини G_2 -циліндрами.*

Теорема. *Множина чисел $E[G_2; p_0, p_1]$, G_2 -зображення яких має частоти цифр 0 і 1 відповідно рівні p_0 і p_1 має розмірність Гаусдорфа-Безиковича, що обчислюється за формулою*

$$\alpha_0(E) = \frac{\ln p_0^{p_0} p_1^{p_1}}{\ln g_0^{p_0} (-g_1)^{p_1}}$$

Наслідок. Якщо $p_0 = g_0$, то міра Лебега множини E є додатною. Якщо $p_0 \in \{0,1\}$, то множина E є аномально фрактальною.

Volodymyr Derech, Ph.D.
Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: derech@vntu.edu.ua

ON THE INVERSE MONOID OF LOCAL AUTOMORPHISMS OF THE QUATERNION GROUP

Abstract. A local automorphism of the semigroup S is defined as an isomorphism between its two subsemigroups. The set of all local automorphisms of the semigroup S relative to the operation of composition forms an inverse monoid of local automorphisms. In the current theses we present some properties of the inverse monoid of local automorphisms of the quaternion group.

Key words and phrases: quaternion group, inverse monoid of local automorphisms, factorizable semigroup, variants of semigroup.

A semigroup S is called inverse if, for any element $x \in S$, there exists a unique element $x^{-1} \in S$ such that $xx^{-1}x = x$ and $x^{-1}xx^{-1} = x^{-1}$. It is known (see [1], for example, [1]) that a semigroup is inverse if and only if it is regular and any two of its idempotents are commuting. A semigroup containing the identity is called a monoid. Consider an arbitrary mathematical structure C . A local automorphism of the structure C is defined as an isomorphism between its substructures. The set of all local automorphisms with respect to an operation of composition forms an inverse monoid, which is denoted by $LAut(C)$.

In the proposed note, we consider a miniature construction, namely, the inverse monoid $LAut(Q_8)$ of local automorphisms of the quaternion group Q_8 . In particular, we calculate the number of elements of the semigroup $LAut(Q_8)$, prove that the inverse

monoid $LAut(Q_8)$ is factorizable. A number of other properties of the monoid $LAut(Q_8)$ follow from more general results (see [2], [3]).

1. Terminology and notation

The group $Q_8 = \{1, -1, i, -i, j, -j, k, -k\}$ in which multiplication is defined by the rule $i^2 = j^2 = k^2 = -1, ij = k, ji = -k, jk = i, kj = -i, ki = j, ik = -j$ is called a quaternion group. It is well known (see, for example, [4]) that the quaternion group is the smallest (in terms of the number of elements) non-commutative group in which each subgroup is normal.

A semigroup S is called structurally uniform if any two its subsemigroups of the same height in the lattice $Sub(S)$ are isomorphic. It is known (see [2], Theorem 1) that a finite semigroup is structurally uniform if and only if the set of ideals of the inverse monoid $LAut(Q_8)$ is linearly ordered by inclusion.

An inverse monoid S is called factorizable if $S = G \cdot E$, where G and E are, respectively, a group of invertible elements and a semilattice of idempotents of the monoid S . It is known that an inverse monoid is factorizable if and only if, for any element x there exists an element $g \in G$ such that $x \leq g$.

Let (S, \cdot) be an arbitrary semigroup. We fix an element $a \in S$ and define a new operation $*_a$ on S by the rule $x *_a y = x \cdot a \cdot y$. It is easy to see that the operation $*_a$ is associative. The semigroup $(S, *_a)$ is called a variant of semigroup (S, \cdot) .

2. Some propositions

Proposition 1. $|LAut(Q_8)| = 44$.

Proposition 2. The inverse monoid $LAut(Q_8)$ is factorizable.

Proposition 3. (see [2], Theorem 1). The ideals of $LAut(Q_8)$ form a chain with respect to containment.

Proposition 4. (see [3], Theorem1). Let $\alpha, \beta \in LAut(Q_8)$. The variants $(S, *_\alpha)$ and $(S, *_\beta)$ are isomorphic if and only if $rank(\alpha) = rank(\beta)$.

References

1. Clifford A. H. and Preston G. B. The Algebraic Theory of Semigroups. *American Mathematical Society*. Vol. 1, 2. Providence, RI (1964, 1967).
2. Derech V.D. Structure of a finite commutative inverse semigroup and a finite bundle for which the inverse monoid of local automorphisms is permutable. *Ukrainian Mathematical Journal*. 2012. Vol. 63, P. 1390–1399.
3. Derech V.D. Variants of finite-rank permutable inverse semigroups, *Visn. Kyiv. Univ., Ser. Fiz.-Mat.* 2008. No. 19/20. P. 80–83 (in Ukrainian).
4. Kurosh A. G. The Theory of Groups. Nauka, Moscow, 1967. (in Russian).

Denys Karakhanov*

Uliana Nykoniuk**

*Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine
e-mail: Den.karahanov@gmail.com

**Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine
e-mail: ulia.nikonuyk@gmail.com

SEARCH FOR PRIME NUMBERS IN THE HISTORY OF MATHEMATICS

Abstract. The paper considers the history of research and discoveries in the field of prime numbers. Namely, the creation of the first tables of prime numbers.

Key words and phrases: prime numbers, tables of least divisors, unproven hypothesis.

Деякі вважають, що прості числа не варті глибокого вивчення, але вони мають фундаментальне значення для математики. Прості числа – це “атоми множення”, маленькі частинки, з яких може бути побудоване щось велике. [2, с.1]. Історія математики знає імена вчених, які самовіддано працювали над складанням таблиць простих чисел і над доведенням простоти чисел певного виду.

У 1603 р. італійський математик Кетальді опублікував у Болоньї першу відому таблицю простих чисел, менших за 750. Вже в 1770 р. Ламберт надрукував

таблицю найменших дільників усіх чисел, менших за 102000, які не діляться на 2, 3 і 5. Це була неймовірно велика робота. Недаремно ж, закликаючи вчених продовжити складання таблиць, Ламберт гарантував безсмертя тому, хто доведе таблицю дільників до 1000000.

До середини XIX ст. були складені таблиці найменших дільників не тільки першого мільйона, як про це мріяв Ламберт, а й другого, третього і аж до дев'ятого включно. Водночас у пресі з'явилися повідомлення, які здавались абсолютно неймовірними: у Віденську академію наук надійшов рукопис празького математика Кулика, що містить таблицю дільників чисел, не кратних 2, 3 і 5, яку Кулик довів до 100 мільйонів. Редактор нових таблиць дільників чисел Лемер відвідав Відень і пересвідчився, що в бібліотеці академії зберігається сім великих томів рукописних таблиць Якуба Філіпа Кулика [1, с. 39].

У галузі теорії простих чисел працювало багато людей, які не були математиками за фахом, але безкорисливо віддавали науці весь свій вільний час, енергію і пристрасть. Таким був росіянин Іван Міхеєвич Первушин. Попавши в немилість властей, позбавлений можливості одержувати потрібну літературу і зустрічатися з ученими-математиками, Первушин продовжував до кінця життя працювати над різними питаннями з теорії простих чисел. Він довів простоту числа $2^{61} - 1$ і складеність чисел $2^{2^6} + 1, 2^{2^{12}} + 1, 2^{2^{23}} + 1$.

П'єр Ферма висловив припущення, що числа виду $F_n = 2^{2^n} + 1$ прості при будь-якому n . В 1732 р. Ейлер показав, що число $F_5 = 2^{2^5} + 1 = 4294967297$ ділиться на 641, тобто є складеним [1, с. 40]. У 1877 р. Первушин повідомив Петербурзьку Академію наук про те, що $F_{12} = 2^{2^{12}} + 1$ ділиться на 114689, а в 1878 р. довів, що число $F_{23} = 2^{2^{23}} + 1$ також складене і ділиться на 167772161. У 1883 р. Первушин надіслав замітку «Число $2^{61} - 1 = 2305843009213693951$ є просте». В

історії математики це число називають Первушинським. Над складанням таблиць простих чисел Первушин працював понад 40 років [1, с.41].

Також і XIX столітті великий прорив був зроблений завдяки К. Гаусу, П. Чебишеву і Б. Ріману, особливо щодо розподілу простих чисел. Кульмінацією всього цього стала досі невирішена гіпотеза Рімана, яку називають найважливішою невирішеною задачею в математиці. Гіпотеза Рімана дозволяє дуже точно передбачити появу простих чисел, а також частково пояснює чому вони так важко даються математикам [2, с.2].

References

1. Konforovich A.G. Old and new about prime numbers. *Mathematical textbook*. Kyiv: Soviet School, 1968. P. 39–41 (in Ukrainian).
2. Maynard J. Prime Numbers [Електронний ресурс]. *Serious Science*. 2016. URL: <http://serious-science.org/prime-numbers-6114>.

Mariana Khoma*, M. Sc.

Oleh Buhrii**, Dr. Sc.

*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

E-mail: mariana.khoma@lnu.edu.ua

**Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

E-mail: oleh.buhrii@lnu.edu.ua

ON INITIAL-BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR NONLINER INTEGRO-DIFFERENTIAL STOKES SYSTEM

Abstract. Some nonlinear integro-differential Stokes system is considered. The initial-boundary value problem for the system is investigated and the existence and uniqueness of the weak solution for the problem is proved.

Key words and phrases: evolution Stokes system, integro-differential equation, initial-boundary value problem, weak solution.

Let $n \in \mathbb{N}$ and $T > 0$ be fixed numbers, $\Omega \subset \mathbb{R}^n$ be a bounded domain with the boundary $\partial\Omega$, $Q_{0,T} := \Omega \times (0, T)$, $\Sigma_{0,T} := \partial\Omega \times (0, T)$. We seek a weak solution $\{u, \pi\}$ of the following problem

$$u_t - \sum_{i,j=1}^n (A_{ij}(x,t) u_{x_i})_{x_j} + G(x,t) |u|^{q-2} u + \int_{\Omega} \mathfrak{Z}(x,t,y) u(y,t) dy + \nabla \pi = F(x,t), (x,t) \in Q_0, \quad (1)$$

$$\operatorname{div} u = 0, \quad (x,t) \in Q_{0,T}, \quad (2)$$

$$\int_{\Omega} \pi(x,t) dx = 0, \quad t \in (0, T), \quad (3)$$

$$u|_{\Sigma_{0,T}} = 0, \quad (4)$$

$$u|_{t=0} = u_0(x), \quad x \in \Omega. \quad (5)$$

Here $u = (u_1, \dots, u_n) : Q_{0,T} \rightarrow \mathbb{R}^n$ is the velocity field, $|u| = (|u_1|^2 + \dots + |u_n|^2)^{\frac{1}{2}}$,

$\operatorname{div} u = \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \dots + \frac{\partial u_n}{\partial x_n}$, $\pi : Q_{0,T} \rightarrow \mathbb{R}$ is the pressure, $\nabla \pi = \left(\frac{\partial \pi_1}{\partial x_1}, \dots, \frac{\partial \pi_n}{\partial x_n} \right)$, and $q > 1$.

Let $(\cdot, \cdot)_{\mathbb{R}^n}$ be a scalar product in the space \mathbb{R}^n ,

$$(u, v)_{\Omega} := \int_{\Omega} (u(x), v(x))_{\mathbb{R}^n} dx, u = (u_1, \dots, u_n), v = (v_1, \dots, v_n) : \Omega \rightarrow \mathbb{R}^n.$$

Let, $s \in \mathbb{N}$, $C_{div} := \{u \in [C_0^\infty(\Omega)]^n \mid \operatorname{div} u = 0\}$,

H is a closure of C_{div} in $[L^2(\Omega)]^n$, Z_s is a closure of C_{div} in $[H^s(\Omega)]^n$

By definition, put $V := Z_1 \cap [L^q(\Omega)]^n$, $U(Q_{0,T}) := L^2(0, T; Z_1) \cap [L^q(Q_{0,T})]^n$.

Assume that the following conditions are fulfilled.

(A) A_{ij} are n -order square matrix with the elements from $L^\infty(Q_{0,T})$;

$A_{ij} = A_{ji}$ ($i, j = \overline{1, n}$); for a.e. $(x, t) \in Q_{0,T}$, for every $\xi^1, \dots, \xi^n \in \mathbb{R}^n$ we get

$$a_0 \sum_{i=1}^n |\xi^i|^2 \leq \sum_{i,j=0}^n \left(A_{ij}(x,t) \xi^i, \xi^j \right)_{\mathbb{R}^n} \leq a^0 \sum_{i=1}^n |\xi^i|^2 \quad (0 \leq a \leq a^0 < +\infty);$$

(G) G is n -order square matrix, $G = \text{diag}(g_1, \dots, g_n)$, $g_l \in L^\infty(Q_{0,T})$, and

$0 < g_0 \leq g_l(x,t) \leq g^0 < +\infty$ for a.e. $(x,t) \in Q_{0,T}$, where $l = \overline{1, n}$;

(E) \exists is n -order square matrix with the elements from $L^\infty(Q_{0,T} \times \Omega)$;

(F) $F \in L^2(0,T;H)$;

(U) $u_0 \in H$.

Definition. The pair of the functions $\{u, \pi\}$ is called a weak solution of problem

(1)-(5) if $u \in U(Q_{0,T}) \cap C([0,T]; Z_s^*)$, $u_t \in [U(Q_{0,T})]^*$, $\pi \in L^h(Q_{0,T})$, u satisfies (5) in the space Z_s^* , for $v \in V$ and $t \in (0,T)$ we have

$$u_t(t), v_V + A(t)u(t), v_V + (E(t)u(t), v)_\Omega = (F(t), v)_\Omega,$$

π satisfies (1) in $D^*(Q_{0,T})$, and π satisfies (3) in $D^*(0,T)$.

We will prove the next Theorem.

Theorem 1 (existence). Let conditions (A)-(U) hold. Then problem (1)-(5) has a weak solution $\{u, \pi\}$. Moreover, $u \in L^\infty(0,T;H)$ and $\nabla \pi \in L^h(0,T; [W^{-1,s}(\Omega)]^n)$.

Theorem 2 (uniqueness). Let conditions (A)-(E) hold. Then, problem (1)-(5) can't have more the one weak solution.

Problem (1)-(5) was considered in our previous paper [1].

References

1. Buhrii O. M., Khoma M. V. On initial-boundary value problem for nonlinear integro-differential Stokes system. *Visnyk of the Lviv Univ. Series Mech. Math.* 2018. Vol. 85. P. 107-119.

Tetiana Kononovych, Ph. D.

Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University, Poltava, Ukraine

e-mail: ptkm@ukr.net

THE BEST APPROXIMATION OF THE SUMS OF MULTIPLE TRIGONOMETRIC SERIES THAT SATISFY THE CONDITIONS OF INTEGRABILITY

Abstract. We consider the estimations of the best approximations by trigonometric polynomials of functions of the space $L(Q^m)$, $m = 2, 3, \dots$, in terms of Fourier coefficients.

The upper bound for the best approximation by trigonometric polynomials of functions of the space $L(Q^2)$, representable by double trigonometric series with coefficients that satisfy a two-dimensional analog of the Boas-Telyakovskii conditions, is given. The upper bound for the best approximation by trigonometric polynomials of functions of the space $L(Q^m)$, representable by multiple trigonometric series with a certain symmetry of coefficients, satisfying a multiple analog of the Sidon-Telyakovskii conditions, is obtained.

Key words and phrases: the trigonometric series, the Fourier series, integrability conditions, the best approximation, estimation.

Розглядатимемо функції, задані тригонометричними рядами з певними умовами на коефіцієнти, при яких ряд збігається майже скрізь і є рядом Фур'є своєї суми. Такі умови називають *умовами інтегровності*, оскільки сформульоване питання еквівалентне питанню інтегровності за Лебегом функції, до якої збігається відповідний ряд. Точне значення величини найкращого наближення тригонометричними поліномами 2π -періодичних сумовних функцій дость вузького класу, заданих рядами Фур'є з двічі і тричі монотонними коефіцієнтами, було встановлено Б. Надем [6]. Послабивши обмеження на порядок монотонності коефіцієнтів Фур'є, В. Е. Гейт [2], В. О. Баскаков [1] одержали для величини найкращого наближення *оцінки зверху*. Розглядаючи функції, задані тригонометричними рядами, коефіцієнти яких задовольняють умови інтегровності Боаса-Теляковського, нами одержано оцінки зверху величини їх найкращого наближення тригонометричними поліномами, виражені через коефіцієнти Фур'є

[3]. При цьому множина функцій, для яких виконуються згадані вище умови В. О. Баскакова, включається у множину функцій, що задовольняють умови Боаса-Теляковського, і на деякій підмножині встановлені нами оцінки збігаються з результатами В. О. Баскакова з точністю до сталої. Умови Боаса-Теляковського є на сьогодні одними з найзагальніших.

Отримані нами результати поширено на двовимірний випадок, тобто одержано аналоги встановлених оцінок для найкращого наближення тригонометричними поліномами 2π -періодичних сумовних функцій двох змінних, які задані подвійними тригонометричними рядами, що задовольняють двовимірний аналог умов Боаса-Теляковського [4].

Нехай $L(Q^m), m = 2, 3, \dots$, – простір 2π -періодичних за кожною змінною сумовних на $Q^m = [-\pi; \pi]^m$ функцій m змінних із нормою

$$\|f(x)\|_{L(Q^m)} = \int_{Q^m} |f(x)| dx,$$

де $x = (x_1, \dots, x_m), dx = dx_1 \dots dx_m$. Розглядатимемо функції простору $L(Q^m)$, задані кратними рядами Фур'є з певною симетрією коефіцієнтів ряду.

Отже, нехай $Z^m, m = 2, 3, \dots$, – точки m -вимірною дійсного евклідового простору R^m з цілими координатами, W – множина поліедрів V з раціональними вершинами, зірчастих відносно початку координат – точки O , яка є внутрішньою точкою поліедра, і таких, що продовження жодної з граней не проходить через точку O . Для будь-якого $n \in \mathbb{N}$ визначимо множину $nV = \{x \in R^m : \frac{1}{n}x \in V\}$. Нехай для $n = 0$ множина $0V$ збігається з початком координат, а для $n = -1$ покладемо $(-1)V = \emptyset$.

Позначимо через $T_n, n = 0, 1, \dots$, множину тригонометричних поліномів вигляду

$$t_n(\mathbf{x}) = \sum_{k=0}^n \alpha_k \sum_{\mathbf{l} \in kV \setminus (k-1)V} e^{i\mathbf{l}\mathbf{x}},$$

де α_k – довільні дійсні числа, $i^2 = -1$, $\mathbf{l} \in Z^m$, а через $E_n(f)$ – величину найкращого наближення функції $f \in L(Q^m)$ поліномами $t_n \in T_n$:

$$E_n(f) = \inf_{t_n \in T_n} \|f(\mathbf{x}) - t_n(\mathbf{x})\|_{L(Q^m)}.$$

Розглядатимемо функції простору $L(Q^m)$, що зображаються такими тригонометричними рядами:

$$f(\mathbf{x}) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k \sum_{\mathbf{l} \in kV \setminus (k-1)V} e^{i\mathbf{l}\mathbf{x}}, \quad (1)$$

де a_k – дійсні числа.

Теорема. Нехай поліедр $V \in W$. Якщо $a_k \rightarrow 0$ при $k \rightarrow \infty$ та існує така числова послідовність $\{A_k\}$, що

$$A_k \downarrow 0 \text{ при } k \rightarrow \infty, \quad |\Delta a_k| \leq A_k \text{ для всіх } k \in N_0, \quad \sum_{k=0}^{\infty} A_k < \infty,$$

то для функції (1) справджується оцінка

$$E_n(f) \leq C \sum_{k=[n/2]+1}^{\infty} \max_{m \geq k} |\Delta a_m|, \quad n = 0, 1, \dots$$

Зауважимо, що при виконанні для коефіцієнтів ряду (1) сформульованого в теоремі кратного аналога умов Сідона-Теляковського, він збігається майже скрізь на кубі періодів і є рядом Фур'є своєї суми [5]. Таким чином, оцінка найкращого наближення функції (1) виражена через коефіцієнти Фур'є.

Нами отримано також наслідки теореми – оцінки найкращого наближення функцій вигляду (1) з опуклою та квазіопуклою послідовністю коефіцієнтів.

Зауважимо, що завдяки симетрії коефіцієнтів ряду Фур'є, яким задано функцію, одержані результати не залежать від розмірності m простору, тобто мають однаковий вигляд для функцій довільного числа змінних.

References

1. Baskakov V. A. Linear polynomial operators with best order of approximation. Kalinin: KGU, 1984. 80 p. (in Russian).
2. Gate V. E. The best mean approximation of a cosine series with convex coefficients. *Proceedings of universities. Math. Ser.* 1978. Vol. 195, № 8. P. 50-55 (in Russian).
3. Kononovych T. O. The estimate of the best approximation with a trigonometric polynomials of a functions, which satisfy the conditions of Boas-Telyakovsky. *Theory of approximation of functions and related issues: Proceedings of the Institute of Mathematics of the National Academy of Sciences of Ukraine.* Kiev, 2002. Vol. 35. P. 47-67 (in Ukrainian).
4. Kononovych T. O. The estimate of the best approximation with a trigonometric polynomials of summarized functions of two variables, expressed in terms of Fourier coefficients. *Ukrainian Mathematical Journal.* 2004. Vol. 56, № 1. P. 51-69 (in Ukrainian).
5. Kuznetsova O. I. One condition for the integrability of multiple trigonometric series. *Reports of the extended meeting of the seminar of the I. Vekua Institute of Applied Mathematics.* 1985. Vol. 1, № 2. P. 87-90 (in Russian).
6. Nagy B. Uber gewisse Extremalfragen bei transformierten trigonometrischen Entwicklungen. *Berichte Acad. d. Wiss.* 1938. Vol. 90. P. 103-134.

Vira Lozynska, Ph.D.

Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics NASU, Lviv,
Ukraine

e-mail: vlozynska@yahoo.com

ON THE ALGEBRA OF POLYNOMIAL ω -ULTRADISTRIBUTIONS

Abstract. We consider the multiplicative algebra $P(E'_*)$ of continuous scalar polynomials on the space E'_* of ω -ultradistributions of Beurling and Roumieu type [1] as well as its strong dual $P'(E'_*)$. The algebra $P(E'_*)$ is densely embedded into $P'(E'_*)$ and the operation of multiplication possesses a unique extension to $P'(E'_*)$, that is, $P'(E'_*)$ is also an algebra. The generalized operation of differentiation on these algebras is investigated.

Key words and phrases: ultradistributions on infinite-dimensional spaces, polynomial ω -ultradistributions, spaces of polynomials.

Algebras of distributions and ultradistributions with tensor operation of multiplication were effectively used in physics. Such algebras have to be defined on spaces of differentiable functions of infinitely many variables. These algebras have often an equivalent structure of scalar polynomials with pointwise multiplication [2, 3].

A new approach to investigation of the dual pair $\langle P'(E'_*), P(E'_*) \rangle$ is developed. Note that the duality $\langle P'(E'_*), P(E'_*) \rangle$ is a nonlinear extension of the dual pair $\langle E'_*, E_* \rangle$, consisting of linear locally convex nuclear (F) or (DF) spaces. A polynomial analogue of ω -ultradistributions is constructed. The generalized operation of differentiation as well as a convolution in the space of polynomial ω -ultradistributions are considered. Properties of convolution algebra of polynomial ω -ultradistributions are described.

References

1. Braun R.W., Meise R., Taylor B.A. Ultradifferentiable functions and Fourier analysis, *Results in Mathematics*. 1990. Vol. 17. P. 206-237.
2. Lopushansky O. Polynomial ultradistributions: differentiation and Laplace transformation. *Banach Center Publ. IM PAN*. 2010. Vol. 88. P. 195-209.
3. Lopushansky O., Sharyn S. Polynomial ultradistributions on \mathbb{R}_+^d . *Topology*. 2009. Vol. 48. P. 80-90.



Mykhaylo Mytrofanov, Ph. D.

Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics, Lviv,
Ukraine

e-mail: mishmit@rambler.ru

PROPERTIES OF SEPARATING POLYNOMIALS ON REAL BANACH SPACES

Abstract. We consider a similar properties of separating polynomials on real Banach space and real normed spaces (old known and new properties)

Key words and phrases: Banach space, normed space, continuous function, analytic functions, uniformly approximated, separating polynomial.

Відокремлювальні поліноми відіграють важливу роль у питанні апроксимації неперервних функцій аналітичними на сепарабельних банахових просторах, та навіть нормованих, з першого ґрунтового результату 1954 року отриманого Я. Курцвейлем у праці [3]. Тому природнім є питання про те, які які властивості мають розділяючі поліноми, та які саме простори допускають розділяючі поліноми.

Суттєві результати отримано у 1989 році М. Фабіаном, Д. Преїссом, Дж. Вайтфіелдом та В. Зізлером у статті [1] та дано ґрунтовний огляд у 1997 році Р. Гонзало, Х. Хараміло у статті [2]. Частина найбільш важливих попередніх результатів та нові дослідження з цієї тематики викладені у 2015 році в ґрунтовному огляді у праці [4]. У 2020 році у праці [5], отримано ще деякі нові результати. У доповіді будуть оглянуті основні результати з теорії розділяючих поліномів на дійсних банахових просторах.

References

1. Fabian M. , Preiss D., Whitfield J. H. M. and Zizler V. Separating polynomials on Banach spaces. *Quart. J. Math. Oxford Ser.* 1989. Vol. 40, No 2. P. 409-422.
2. Gonzalo R., Jaramillo J.A. Separating polynomials on Banach spaces. *Extracta mathematicae.* 1997. Vol. 12, No 2. P. 145-164.
3. Kurzweil J. On approximation in real Banach spaces. *Studia Math.* 1954. Vol. 14. P. 214-231.
4. Mytrofanov M.A. Separating polynomials, uniform analytical and separating functions. *Carpathian Math. Publ.* 2015. Vol.7, No 2. P. 197-208. (in Ukrainian).
5. Mytrofanov M.A., Ravsky A.V. A Note on Approximation of Continuous Functions on Normed Spaces. *Carpathian Math. Publ.* 2020. Vol. 12, No 1. P. 107-110.

Zoriana Novosad, Ph. D.

Lviv University of Trade and Economics, Lviv, Ukraine

e-mail: zoryana.math@gmail.com

ABSTRACT SHIFTS SIMILAR OPERATORS

Abstract. We investigate topological transitivity of operators on nonseparable Hilbert spaces which are similar to backward weighed shifts.

Key words and phrases: topologically transitive operator, hypercyclic operators, function space.

Hypercyclicity is related to the concept of transitivity from topological dynamics. While the existence of an element with a dense orbit implies that topological space X must be separable, the transitivity of $T: X \rightarrow X$ does not require that the space X is separable. On the other hand, since Baire category theorem is essential in most of the fundamental results concerning hypercyclicity, the space X on which the operators are defined is usually assumed to be a Frechet space. However, several recent important results considered the existence of hypercyclic operators on locally convex spaces which are not metrizable and not Baire, see [1] and [2].

Let $(H_n)_{n=0}^\infty$ be a sequence of Hilbert spaces. We assume that H_n are nontrivial, that is, $H_n \neq \{0\}$ and not necessary separable. Let us suppose that for every n and m , H_n is isomorphic to H_m . We denote by $\ell_2(H_n) = \ell_2((H_n)_{n=0}^\infty)$ the Hilbert space consisting of elements $x = (x_0, x_1, \dots, x_n, \dots)$, $x_k \in H_k$ endowed with norm

$\|x\| = \left(\sum_{i=0}^\infty \|x_i\|^2 \right)^{\frac{1}{2}}$. Let $\{\omega_n\}$ be a sequence of positive numbers (weights). Let us fix a

sequence of isomorphisms $J_m: H_m \rightarrow H_{m-1}$, $\|J_m\| = 1$, $m \in \mathbb{N}$. An operator $T: \ell_2(H_n) \rightarrow \ell_2(H_n)$ will be called a backward weighted shift (with respect to family J_m with weight sequence $\{\omega_n\}$ if it is of the form

$$T(x) = (\omega_1 J_1(x_1), \omega_2 J_2(x_2), \dots, \omega_m J_m(x_m), \dots).$$

Theorem. Let H_n be a sequence of Hilbert spaces and $T : \ell_2(H_n) \rightarrow \ell_2(H_n)$ be a backward weighed shift with respect to family J_m and with positive weight sequence

$\{\omega_n\}$. Let us suppose that $\sup_{m \in \mathbb{Z}_+} \prod_{n=0}^m \|J_n^{-1}\| < \infty$.

Then the following are equivalent:

a) T is topologically transitive;

b) there exists a non-trivial T -invariant (separable) closed subspace $Y \subset \ell_2(H_n)$ on which the restriction of T to Y , $T : Y \rightarrow Y$ is hypercyclic.

c) the restriction $T : Y \rightarrow Y$ to any T -invariant (separable) closed subspace $Y \subset \ell_2(H_n)$ which contains non-zero vectors of the form $(0, \dots, 0, x_n, 0, \dots)$, $x_n \in H_n$ for every $n \in \mathbb{Z}_+$ is hypercyclic.

d) $\limsup_{n \rightarrow \infty} \prod_{k=1}^n \omega_k = \infty$.

An operator $B : \ell_2(H_n) \rightarrow \ell_2(H_n)$ is a backward weighted shift similar operator if there exists an isomorphism $A : \ell_2(H_n) \rightarrow \ell_2(H_n)$ for some sequence of Hilbert spaces E_n and a backward weighted shift $T : \ell_2(H_n) \rightarrow \ell_2(H_n)$ such that $B = ATA^{-1}$. It is clear that B is topologically transitive if and only if T is so.

References

1. Bonet J., Martinez-Gimenez F. and Peris A. Universal and chaotic multipliers on spaces of operators, J. Math. Anal. Appl. 2004. Vol. 297 P.599-611.
2. Chan K. C. and Taylor R. D., Hypercyclic subspaces of a Banach space,} Integral Equations Operator Theory. 2001. Vol. 41, P.381-388.

Uliana Nykoniuk

Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

e-mail:ulia.nikonuyk@gmail.com

FINDING THE BOUNDARIES OF SEQUENCES OF CHAIN FRACTIONS

Abstract. The paper considers finding the boundaries of chain fraction sequences.

Key words and phrases: chain fraction, compression mapping, fixed point, convergence.

Ланцюгові дроби досить широко використовуються в математиці. У нашому випадку розглянемо знаходження границь послідовностей ланцюгових дробів. Перш за все сформулюємо теорему Банаха (принцип стискаючих відображень) та деякі допоміжні твердження.

Нехай R - метричний простір. Відображення A простору R в себе називається стискаючим відображенням, якщо існує таке число $\alpha < 1$, що для будь- яких двох точок $x, y \in R$ виконується нерівність

$$\rho(Ax, Ay) \leq \alpha \rho(x, y) \quad (1)$$

Кожне стискаюче відображення неперервне. Справді, якщо $x_n \rightarrow x$ то внаслідок (1) і $Ax_n \rightarrow Ax$. Точка x називається нерухомою точкою відображення A якщо $Ax = x$. Тобто нерухомі точки – це розв’язки рівняння $Ax = x$.

Теорема: Усяке стискаюче відображення, визначене в повному метричному просторі R , має одне і тільки одну нерухому точку [1,64].

Принцип стискаючих відображень можна застосовувати до доведення теорем існування та єдиності розв’язків для рівнянь різних типів. Крім доведення

існування і єдиності розв'язку рівняння $Ax = x$, принцип стискаючих відображень дає і фактичний метод наближеного знаходження цього розв'язку.

Нехай f - функція, яка визначена на сегменті $[a, b]$ в себе. Тоді f є стискаюче відображення і, згідно з теоремою, послідовність $x_0, x_1 = f(x_0), x_2 = f(x_1) \dots$ збігається до єдиного кореня рівняння $x = f(x)$. Умова стислості виконується, якщо функція на сегменті $[a, b]$ має похідну $f'(x)$, причому $|f'(x)| \leq K < 1$ [1,65-66].

Нехай тепер дано рівняння виду $F(x) = 0$, причому $F(a) < 0, F(b) > 0$ і $0 < K_1 \leq F'(x) \leq K_2$ на $[a, b]$. Введемо функцію $f(x) = x - \lambda F(x)$ і шукатимемо розв'язок рівняння $x = f(x)$, рівносильного рівнянню $F(x) = 0$. Оскільки $f' = 1 - \lambda F'(x)$, то $1 - \lambda K_2 \leq f'(x) \leq 1 - \lambda K_1$, то число λ можна підібрати так, щоб можна було використати метод послідовних наближень [1,65]. Використаємо даний принцип для доведення того, що послідовність (x_n) ланцюгових дробів

$$5, 5 + \frac{1}{5}, 5 + \frac{1}{1 + \frac{1}{5}}, \dots$$

є збіжною, і знайдемо її границю. Проаналізувавши дану послідовність ланцюгових дробів матимемо: $x_1 = 5, x_2 = 5\frac{1}{5}, \dots$. Явним є і те, що всі наступні

члени цієї послідовності $x_n \in \left[5; \frac{26}{5} \right] \forall n \geq 3$.

Очевидно, що дана послідовність ланцюгових дробів задана рекурентним способом: $x_1 = 5, x_n = 5 + \frac{1}{x_{n-1}}, n \geq 2$, то з відношення $x_n = 5 + \frac{1}{5 + \frac{1}{x_{n-2}}}$ ($n \geq 3$) і оцінок

$x_1 \leq \frac{26}{5}, x_2 \leq \frac{26}{5}$ випливає, що $x_n \leq \frac{26}{5} (\forall n \geq 1)$. Крім того, $x_n \geq 5 (n \geq 1)$.

Розглянемо відображення

$$f(x) = 5 + \frac{1}{x}, \forall x \in \left[5; \frac{26}{5}\right]. \quad (2)$$

Покажемо, що задане таким чином відображення (2) є відображенням стиску.

$\rho(f(x), f(y)) = |f(x) - f(y)| = \left| \left(5 + \frac{1}{x}\right) - \left(5 + \frac{1}{y}\right) \right| = \left| \frac{1}{x} - \frac{1}{y} \right| = \left| \frac{y-x}{xy} \right| \leq \frac{|y-x|}{25} = \frac{1}{25}|x-y| = \frac{1}{25}\rho(x, y)$. З цього співвідношення бачимо, що відображення $f(x)$ задане за допомогою (2) є відображенням стиску.

Звідси $\alpha = \frac{1}{25}$ - коефіцієнт стиску. Згідно теореми Банаха це стискуюче

відображення матиме єдину нерухому

точку: $x^* = \lim_{n \rightarrow \infty} x_n$, де $x_n = f(x_{n-1}) = 5 + \frac{1}{x_{n-1}} (n \geq 2)$.

Отже рівняння $x^* = 5 + \frac{1}{x^*}$ матиме єдиний розв'язок. Коренем даного рівняння є $x^* = \frac{5 + \sqrt{29}}{2} \approx 5,2$. Це і буде границею даної послідовності ланцюгових дробів.

Підсумовуючи дану тему можна зробити висновок, що принцип стискуючих відображень є зручним для знаходження границь послідовностей ланцюгових дробів.

References

1. Kolmogorov A. M., Fomin S. V. Elements of the theory of functions and functional analysis. Kyiv: Publishing Association "Higher School", 1974. 456 p. (in Ukrainian).

Dariia Shevchuk

Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

e-mail: dashamensha@gmail.com

SOLVING GEOMETRIC PROBLEMS WITH A COMPASS AND A RULER

Abstract. In ancient times, "great" Greek mathematicians claimed that the constructions performed by a compass and a ruler were truly geometric. In the Middle Ages, structural geometry was poorly developed. In modern times, namely the 17th-20th centuries, development has gained new momentum and today the theory of geometric constructions is a widely developed part of mathematics.

This theory uses constructive techniques, including solving geometric problems with a compass and a ruler, which are reduced to a huge number of elementary constructions, which in turn are based on general knowledge of the axioms of constructive geometry. [2]

Key words and phrases: compass and a ruler, constructive geometry, analysis, construction, proof, constructive techniques.

Метою дослідження буде розглянути особливості розв'язання геометричних задач за допомогою циркуля і лінійки.

Процес розв'язування задачі на побудову полягає в знаходженні конкретної послідовності основних побудов, а саме із чотирьох етапів:

- 1) аналіз (пошуку способу розв'язування задачі);
- 2) побудова (послідовне виконання основних побудов чи раніше розв'язаних задач, що дають можливість одержати шукану фігуру);

3) доведення (встановлення, чи побудована фігура дійсно задовольняє усі умови задачі); 4) дослідження (скільки розв'язків має задача при кожному виборі заданих елементів).

Основними методами розв'язування задач на побудову з використанням лінійки та циркуля є:

- Метод перетину геометричного місця точок (геометричним місцем точок називається множина всіх точок, які мають одну або декілька спільних властивостей);
- Метод геометричних перетворень (при розв'язуванні задач на побудову, крім даних елементів, що визначають шукану фігуру, розглядають ще допоміжні елементи, які є образами даних в якомусь геометричному перетворенні; виділяють окремі методи: метод паралельного перенесення, метод осової симетрії, метод центральної симетрії, метод подібності, метод інверсії);
- Алгебраїчний метод (розв'язання задачі зводяться до побудови деякого відрізка (чи декількох відрізків), заданого формулою). [1]

Задача. Провести дотичну до кола, яка проходить через дану точку A .

У восьмому класі після вивчення теми “Теорема Піфагора” можна розв'язати цю задачу алгебраїчним методом.

Аналіз. У $\triangle AOB$: $\angle B=90^\circ$; $OA=a$, $OB=r$ – відомі; шуканий відрізок – $AB=x$.
Тоді $x^2+r^2=a^2$, звідки $x=\sqrt{a^2-r^2}$. Побудова виконана на рисунку 3.

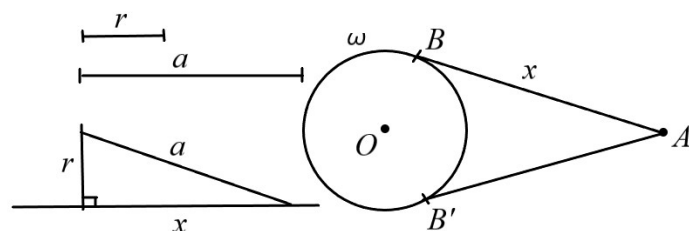


Рис.3.

Виникає питання, чи кожен відрізок, заданий алгебраїчною функцією може бути побудований циркулем та лінійкою.

Теорема [2] (критерій розв'язності задач на побудову):

Для того, щоб відрізок можна було побудувати циркулем та лінійкою необхідно і достатньо, щоб його довжина виражалася через довжини заданих відрізків за допомогою алгебраїчних операцій (+, -, *, :) над квадратичними радикалами.

Висновок. Отже, геометричні задачі на побудову в усі часи були важливим компонентом шкільної математичної освіти. У процесі вивчення геометрії потрібно приділяти велику увагу вивченню задач на побудову за допомогою циркуля і лінійки.

References

1. Boravlyov A. P., Lenchuk I.G. A textbook for students of the mathematical specialty of higher pedagogical educational institution. *Analiz u rozvyanni zadach na pobuduu*. 2012. P. 191.
2. Criterion of solvability of problems for construction [Electronic resource]. URL: <https://formula.kr.ua/konstruktivna-geometriya-tsirkulya-ta-liniyki/kriterij-rozv-yaznosti-zadach-tsirkulem-ta-linijkoyu.html>.
3. Kushnir I.A. Methods for solving problems in geometry. *A book for the teacher*. 1994. P. 34, 44, 86.

Volodymyr Ilkiv*, Dr. Sc.

Yaroslav Slonovskyi**, Postgraduate

*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

e-mail: ilkivv@i.ua

**Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

e-mail: Yaroslav.O.Slonovskyi@lpnu.ua

THE TWO-POINT PROBLEM FOR EULER TYPE PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATION

Abstract. A two-point problem for partial differential equations of the second order with coefficients dependent only on time variable (Euler type equation) is considered. This problem is

ill-posed, and its solvability is related to the problem of small denominators. Existence and uniqueness of the solution are established, based on lower bounds estimations for the small denominators.

Key words and phrases: partial differential equations, two-point problem, small denominators, ill-posed problems.

В області $[t^-, t^+] \times \Omega_{2\pi}^p$, де $0 < t^- < t^+$, а $\Omega_{2\pi}^p$ – p -вимірний тор, розглядається задача для рівняння з частинними похідними другого порядку

$$\left[t^2 \partial_t^2 + ta(\partial_x) \partial_t + b(\partial_x) \right] u(t, x) = 0, \quad (t, x) \in (t^-, t^+) \times \Omega_{2\pi}^p, \quad (1)$$

де $a(\partial_x) = \sum_{|s| \leq 1} a_s \partial_x^s$, $b(\partial_x) = \sum_{|s| \leq 2} b_s \partial_x^s$, причому a_s, b_s – комплексні числа,

$s = (s_1, \dots, s_p)$, $|s| = s_1 + \dots + s_p$, $\partial_t = \partial / \partial t$, $\partial_x^s = \partial_{x_1}^{s_1} \dots \partial_{x_p}^{s_p}$, $\partial_{x_r} = \partial / \partial x_r$. Розв'язок

рівняння (1) заданий у два моменти t_0, t_1 , де $t^- < t_0 < t_1 < t^+$, умовами

$$u(t_0, x) = \varphi_0(x), \quad u(t_1, x) = \varphi_1(x), \quad x \in \Omega_{2\pi}^p. \quad (2)$$

Розв'язок задачі (1),(2) шукається за допомогою відокремлення змінної t з використанням рядів Фур'є $\varphi_0(x) = \sum_{k \in \mathbb{Z}^p} \varphi_{0k} e^{ikx}$, $\varphi_1(x) = \sum_{k \in \mathbb{Z}^p} \varphi_{1k} e^{ikx}$, тому розв'язок

рівняння (1) зображується рядом $u(t, x) = \sum_{k \in \mathbb{Z}^p} u_k(t) e^{ikx}$, де $kx = k_1 x_1 + \dots + k_p x_p$.

Для $q \in \mathbb{R}$ ведемо простори $\Phi_{q,g}$ і $U_{q,G}$ з нормами $\|\varphi\|_{q,g}^2 = \sum_{k \in \mathbb{Z}^p} \tilde{k}^{2q} g^{2\tilde{k}} |\varphi_k|^2$,

$$\|u\|_{q,G}^2 = \sum_{r=0}^2 \max_{t \in [t^-, t^+]} \|t^r \partial_t^r u(t, \cdot)\|_{q-r, G(t)}^2, \quad \text{де } g > 0 \text{ і } G - \text{невід'ємна функція.}$$

Розіб'ємо множину \mathbb{Z}^p на дві множини $\mathbb{Z}^p = \mathcal{Z}_1 \cup \mathcal{Z}_2$, причому λ_1, λ_2 є простими коренями характеристичного рівняння $\lambda^2 + (a-1)\lambda + b = 0$, де $a = a(ik)$ і $b = b(ik)$, лише для векторів $k \in \mathcal{Z}_2$ і $\text{Re } \lambda_1 \leq \text{Re } \lambda_2$.

Знайдені функції $u_k(t)$ для $k \in \mathcal{Z}_1$ зображають формули

$$u_k(t) = t^{\lambda_1} \frac{(1 \quad \ln t)}{\ln \tau} \begin{pmatrix} \ln t_1 & -\ln t_0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t_0^{-\lambda_1} \varphi_{0k} \\ t_1^{-\lambda_1} \varphi_{1k} \end{pmatrix}, k \in \mathcal{Z}_1,$$

де $\ln \tau > 0$, а для $k \in \mathcal{Z}_2$ – формули

$$\begin{aligned} u_k(t) &= \frac{\begin{pmatrix} t^{\lambda_1} & t^{\lambda_2} t_1^{\lambda_1 - \lambda_2} \end{pmatrix}}{1 - \tau^{\lambda_1 - \lambda_2}} \begin{pmatrix} 1 & -\tau^{\lambda_1 - \lambda_2} \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t_0^{-\lambda_1} \varphi_{0k} \\ t_1^{-\lambda_1} \varphi_{1k} \end{pmatrix}, t_1 \leq 1, \\ u_k(t) &= \frac{\begin{pmatrix} -t^{\lambda_1} & t^{\lambda_2} \end{pmatrix}}{1 - \tau^{\lambda_1 - \lambda_2}} \begin{pmatrix} -1 & t_0^{\lambda_2 - \lambda_1} \\ t_1^{\lambda_1 - \lambda_2} & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t_0^{-\lambda_1} \varphi_{0k} \\ t_1^{-\lambda_2} \varphi_{1k} \end{pmatrix}, t_0 < 1 < t_1, \\ u_k(t) &= \frac{\begin{pmatrix} t^{\lambda_1} t_0^{\lambda_2 - \lambda_1} & t^{\lambda_2} \end{pmatrix}}{1 - \tau^{\lambda_1 - \lambda_2}} \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -\tau^{\lambda_1 - \lambda_2} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t_0^{-\lambda_2} \varphi_{0k} \\ t_1^{-\lambda_2} \varphi_{1k} \end{pmatrix}, t_0 \geq 1, \end{aligned} \quad (3)$$

де елементи $\tau^{\lambda_1 - \lambda_2}, t_0^{\lambda_2 - \lambda_1}, t_1^{\lambda_1 - \lambda_2}$ відповідних квадратних матриць мають менший за одиницю модуль для всіх $k \in \mathcal{Z}_2$ з умовою $\operatorname{Re} \lambda_2 > \operatorname{Re} \lambda_1$.

Нехай компоненти вектора $\vec{b} = (b(1), \dots, b(p)) = (b_{s(1)}, \dots, b_{s(p)})$ у рівнянні (1) належать кругу Q^* радіуса b^* , а саме $Q^* = \{z \in \mathbb{C} : |z| \leq b^*\}$, де $s(j) = (\underbrace{0, \dots, 0}_j, 2, 0, \dots, 0)$. Тоді залежні від k величини $\lambda_1(k), \lambda_2(k), D(k), \Delta(k)$

залежать також і від цього вектора на множині $Q^{*p} = \underbrace{Q^* \times \dots \times Q^*}_p$.

Оскільки $|a(ik)| \leq L_1 \tilde{k}$ і $|b(ik)| \leq L_1^2 \tilde{k}^2$, то $|D(k)| \leq L_2 \tilde{k}^2$ і $|\lambda_j(k)| \leq L_3 \tilde{k}$, де додатні числа L_1, L_2, L_3 – не залежать від k та \vec{b} , а залежать від b^* .

Позначимо Q_0 – множину векторів (a_0, b_0) , які лежать на комплексних параболах $b_0 = \left(\frac{a_0 - 1}{2}\right)^2 + \left(\frac{m\pi}{\ln \tau}\right)^2$ для цілих m ; тоді $\Delta(0) \neq 0$, якщо $(a_0, b_0) \notin Q_0$.

У припущенні $(a_0, b_0) \notin Q_0$ для довільних достатньо малих $\varepsilon > 0$ і послідовності $\varepsilon_k \geq 0$, для яких $\sum_{k \neq 0} \varepsilon_k^2 = \varepsilon / 2$, на множині $Q^{*p} \setminus Q$ векторів \vec{b} знаменники у формулах (3) задовольняють нерівність

$$|1 - \tau^{\lambda_1 - \lambda_2}| \geq \min\left(|\Delta(0)|, \frac{3}{8}, \frac{3}{4} L_4 \tilde{k}^{1/2} \varepsilon_k\right) \geq L_5 \tilde{k}^{1/2} \varepsilon_k, \quad k \in \mathbb{Z}^p,$$

де $\text{meas} Q \leq \varepsilon$ і $L_4 = \frac{\ln \tau}{p L_2 b^{*(p-1)} \sqrt{m_0 \pi^p}} > 0, L_5 > 0.$

Нехай корені λ_1, λ_2 характеристичного рівняння $\lambda^2 + (a-1)\lambda + b = 0$, де $a = a(ik), b = b(ik)$, на множині $\tilde{Q} \subset Q^{*p} \setminus Q$ задовольняють умови

$$-\lambda_0^- \tilde{k} \leq \text{Re}(\lambda_1 - \lambda_2) \leq \lambda_0^+ \tilde{k}, \quad -\lambda_j^- \tilde{k} \leq \text{Re} \lambda_j \leq \lambda_j^+ \tilde{k}, \quad j = 1, 2,$$

тоді $-L_3 \leq -\lambda_1^- \leq -\lambda_2^- \leq \lambda_1^+ \leq \lambda_2^+ \leq L_3$ і $-2L_2 \leq -\lambda_0^- \leq \lambda_0^+ \leq 0$, тобі ці умови виконуються на усій множині Q^{*p} для чисел $\lambda_1^\pm = \lambda_2^\pm = L_3$ і $\lambda_0^- = 2L_2, \lambda_0^+ = 0.$

Прийmemo $\varepsilon_k^2 = \frac{\varepsilon}{2\zeta(q)} \tilde{k}^{-q}$, де $\zeta(q) = \sum_{k \in \mathbb{Z}^p \setminus \{0\}} \tilde{k}^{-q}$, тоді у трьох випадках

$t_1 \leq 1$ і $t_0 < 1 < t_1$ і $t_0 \geq 1$ для додатного числа L_6 відповідно маємо

$$\|u\|_{2, G_j}^2 \leq L_6 \frac{\zeta(q)}{\varepsilon} \left(\|\varphi\|_{0(q+3)/2, g_{0j}}^2 + \|\varphi\|_{1(q+3)/2, g_{1j}}^2 \right), \quad j = 1, 2, 3, \quad (4)$$

де $g_{01} = g_{02} = t_0^{-\lambda_1^+}, g_{03} = t_0^{-\lambda_2^-}, g_{11} = t_1^{-\lambda_1^+}$ і $g_{12} = g_{13} = t_1^{-\lambda_2^-}$ та $G_2(t) = \begin{cases} t^{\lambda_1^-}, & t \leq 1, \\ t^{-\lambda_2^+}, & t \geq 1, \end{cases}$

$$G_1(t) = \begin{cases} t^{\lambda_1^-}, & t \leq t_1, \\ t^{\lambda_2^-} t_1^{\lambda_0^-}, & t_1 \leq t \leq 1, \\ t^{-\lambda_2^+} t_1^{\lambda_0^-}, & t \geq 1, \end{cases} \quad G_3(t) = \begin{cases} t^{\lambda_1^-} t_0^{-\lambda_0^-}, & t \leq 1, \\ t^{-\lambda_1^+} t_0^{-\lambda_0^-}, & 1 \leq t \leq t_0, \\ t^{-\lambda_2^+}, & t \geq t_0. \end{cases}$$

Теорема. Якщо $\varphi_0 \in \Phi_{(q+3)/2, g_{0j}}$, $\varphi_1 \in \Phi_{(q+3)/2, g_{1j}}$, де $t_1 \leq 1$ для $j=1$, $t_0 < 1 < t_1$ для $j=2$, $t_0 \geq 1$ для $j=3$, то для довільного $\varepsilon > 0$ існує така множина $\tilde{Q} \subset Q^{*p}$ з мірою $\text{meas } \tilde{Q} \leq \varepsilon$, що для довільного $\vec{b} \in Q^{*p} \setminus \tilde{Q}$ існує єдиний розв'язок u задачі (1), (2) з простору U_{q, G_j} і справджуються оцінки (4).

Olha Trofymenko*, Ph. D.

Yuliia Perevierzieva**, MMath

*Vasyl' Stus Donetsk National University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: o.trofimenko@donnu.edu.ua

**Vasyl' Stus Donetsk National University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: youpera@gmail.com

MEAN VALUE THEOREMS FOR POLYHARMONIC POLYNOMIALS

Abstract. The problem of characterization of polyharmonic functions by mean value expressions is analyzed. Particular attention is paid to biharmonic functions. A sufficient condition for the biharmonic function is formulated and proved in the work.

Key words and phrases: mean value theorem; harmonic function; polyharmonic function; biharmonic function.

Теорема про середнє значення для розв'язків лінійних диференціальних рівнянь в частинних похідних належать до сучасного напрямку аналізу, відомого як рівняння в згортках, що утворився на перетині теорії таких рівнянь, комплексного аналізу, гармонічного аналізу, теорії спеціальних функцій та інтегральної геометрії.

Нехай G – множина у комплексній площині \mathbb{C} . Якщо $u(z)$ - бігармонічна функція в G , тоді відомо (див. [1]), що для кожного $z \in G$ та $r \in (0, \text{dist}(z, \partial G))$ виконується наступна рівність

$$M_r u(z) - \frac{r^2}{4} M_r(\Delta u)(z) = u(z), \quad (1)$$

де

$$M_r u(x) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u(z + re^{i\theta}) d\theta.$$

Розглянемо зворотнє твердження. Справедлива наступна теорема.

Теорема. Нехай $u(z)$ – функція класу $C^2(\mathcal{G})$, що задовільняє умові (1) для всіх $z \in \mathcal{G}$ та $r \in (0, \text{dist}(z, \partial\mathcal{G}))$. Тоді $u(z)$ – бігармонічна функція в \mathcal{G} .

References

1. Sabelfeld K. K., Shalimova I. A. Mean value theorems in Monte Carlo methods. *Soc. J. Numer. Anal. Math. Modeling*. 1988. Vol. 3, № 3, P. 219-227.
 2. Zalcman L. Mean values and differential equations. *Israel J. Math.* 1973. Vol. 14, P. 339-352.
 3. Volchkov V. V. *Integral Geometry and Convolution Equations*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2003. 454 p.
-
-

SECTION 2. MODERN PROBLEMS OF COMPUTER SCIENCE. MATHEMATICAL AND COMPUTER MODELING

Andrii Cheilytko*, Dr. Sc.

Serhii Ilin*, Ph. D.

Anastasiia Kaliuzhna*

*Zaporizhzhia National University, Zaporizhzhia, Ukraine

e-mail: cheilytko@gmail.com

FEATURES OF MODELING VORTEX DEVICES

Abstract. An urgent area of research is the development and application of new, more efficient dust collection units that will help reduce air emissions and save some very valuable resources for production. In the work, models were investigated for calculating cyclones as vortex devices and the study of the operation of a cyclone for cleaning air from dust. On the basis of the basic theoretical principles of heat and mass transfer and thermodynamics used during analytical research, a mathematical model was proposed. Calculations were given that are used in modeling new designs of modern cyclones to obtain their geometric dimensions, resistance and efficiency of dust collection.

Key words and phrases: cyclone, dust collection, mathematical modeling.

Існує декілька технологій очистки повітря від пилу. Особливу увагу приділяють циклонному очищенню. Найбільш достовірні результати з різних експериментів можна отримати завдяки дослідом, які проводяться на фізичних моделях. Для кожної конкретної конструкції потрібно проводити окремий експеримент. Більш спільні результати отримують при використанні математичної моделі гідромеханічних процесів циклонів. Створення математичної моделі руху частинок пилу в закрученому потоці дозволить оцінити вплив різних факторів на ефективність управління пилу в циклонах.

Для визначення характеру руху частинок, що транспортуються потоком у закручених пилоповітряних потоках, та осадження їх на твердій поверхні потрібен розрахунок динамічних рівнянь для турбулентного потоку і частинок, тому використано метод розрахунку газодинамічних потоків, який комбінує властивості ейлерового та лагранжевого підходів, і дає змогу певною мірою усунути недоліки кожного - це метод „частинок у комірці” [1]. Було створено апроксимаційну модель руху частинок пилу в апараті, за допомогою якої для кожного типу аерозолу будують траєкторії його руху в апараті теоретично, маючи різні конструктивні параметри пиловловлювача. І цим самим в подальшому підбирають найбільш ефективний пиловловлювач для кожного конкретного виду технологічного виробництва. На характер руху частинок значний вплив мають умови їх контакту при ударі з поверхнею корпусу пиловловлювача, а при достатньо великих швидкостях руху можливе явище відбиття частинки [2].

Ще одна нова циклонна установка має рельєфну поверхню з відривними зонами і зверненим вгору усіченим конусом, що володіє меншим, в 2 рази, аеродинамічним опором в порівнянні з гладкостінними. Моделювання турбулентної течії газу в пиловловлювачі нового типу показує, що розрахунки картини перебігу в циклоні якісно задовільно узгоджуються з експериментальними даними [3].

Математичне моделювання процесу сепарації відображає взаємозв'язок процесу руху твердих частинок в апараті з його ефективністю, це дає змогу отримати траєкторію руху частинок на різних ділянках апарата, за якою розраховується його ефективність для кожного типу пилу, а це дає змогу для кожного типу аерозолу теоретично, маючи різні конструктивні параметри пиловловлювачів, підібрати найбільш ефективну конструкцію для кожного конкретного типу технологічного виробництва.

Моделювання циклонів зводиться до отримання їх геометричних розмірів, опору та ефективності уловлювання пилу. Метод розрахунків циклонів з використанням дослідних даних заснований на визначенні діаметра циклону за формулою

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{Q_{\text{з}}}{900 \cdot \pi \cdot W_{\text{ум}}}}, \quad (1)$$

де $Q_{\text{з}}$ - об'ємна витрата газу через циклон, м³/год; $W_{\text{ум}}$ - умовна видаткова швидкість газу в циклоні, м/с.

Швидкість газу у вхідному патрубку циклона визначається за формулою

$$W_{\text{вх}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\xi_{\text{вх}} \cdot \rho}}. \quad (2)$$

Найбільш простим пиловловлювачем для очищення повітря, що видаляється, є пилоосаджувальні камери, робота яких заснована на осадженні пилинок повітря при малій швидкості його руху ($\omega = 0,1 \text{ м/с}$).

В роботі [4] отримана аналітична залежність, що характеризує довжину вихрової камери, необхідної для уловлювання мінімальних часток пилу d_{min} .

$$L_{\text{max}} = \frac{9D_{\text{ц}}}{\varepsilon^2} \cdot \frac{\mu}{\rho_m} \cdot \frac{\sum f}{\pi \cdot R_0 \cdot R_{\text{мп}} \cdot \cos \beta} \cdot \frac{R_{\text{ц}}}{R_0} \cdot \frac{1}{W_0} \cdot \frac{\left(\frac{R_{\text{мп}}}{R_{\text{ц}}}\right)^4 \cdot \frac{1}{\cos \beta}}{\left[1 + \frac{R_{\text{мп}}}{R_{\text{ц}}} + \left(\frac{R_{\text{мп}}}{R_{\text{ц}}}\right)^3 + \left(\frac{R_{\text{мп}}}{R_{\text{ц}}}\right)^4\right]} \cdot d_{\text{min}}^2, \quad (5)$$

Аналітичні залежності дають можливість провести моделювання пиловловлювача і побудувати струнку методику розрахунку пиловловлювачів нової конструкції, що дозволить конструювати пиловловлювачі з максимальним ККД для конкретних умов роботи.

Список літератури

1. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. – М.: ГИТТЛ, 1953. – 736 с.

2. Волков Е.В., Суслов С.М. Об аэродинамическом сопротивлении циклонных камер при циркуляции твердой дисперсной фазы в ее объеме// Тр. УПИ. Свердловск. – 1974. – Вып. 227. – С.58-60.
 3. Вязовский Е.С., Николаев Н.А. Особенности движения капель жидкости в массообменных аппаратах вихревого потока//Изв. ВУЗов. Химия и химическая технология. – 1972. – Т.15. – С. 936-942.
 4. Cheilytko, A., П'ин, S., Lavryonov, A., & Belokon, Y. (2021). RESEARCH OF CYCLONE DESCRIPTIONS FOR GRY CLEANING OF GASES FROM DUST IN METALLURGY. *Scientific Journal "Metallurgy"*, (1), 110-117.
-

Yuriy Dobranyuk *, Ph. D.

Andriy Kozub **, student

*Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: dobranyuk@vntu.edu.ua

** Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STRESS-STRAIN STATE OF THE FREE SURFACE OF CYLINDRICAL SAMPLES DURING ROLLING USING SCM MAPLE

Abstract. The analytical expressions for accumulate strain's and stress state parameter definition on the basis approximation of dependence between axial and round strains is received. A comparative analysis of deformation trajectories of simulation modeling using SCM Maple is given.

Keywords and phrases: stress-strain state, free surface, stress state parameter, accumulated strain, accumulated damage, rolling, Maple, differential equation.

При розробці процесів вальцювання важливими задачами є оцінка формозміни, напружено-деформованого стану (НДС) та деформівності матеріалу заготовок. Особливо актуальною така оцінка є для процесів холодного формування вальцюванням при необхідності досягнення значних ступенів деформації [1 - 12].

Під час вальцювання, у зв'язку із нерівномірністю деформацій, відбувається викривлення форми вільної поверхні, від якого залежить напружено-деформований стан та граничні деформації матеріалу [1 - 17].

Метою даної роботи є порівняльний аналіз напружено-деформованого стану циліндричних зразків під час вальцювання із використанням СКМ Maple на основі математичного аналізу.

Залежність між осьовою та коловою деформаціями $\varepsilon_z = f(\varepsilon_\varphi)$ можна апроксимувати у вигляді розв'язку диференціального рівняння з відокремлюваними змінними [1, 2, 3, 4, 11, 16]

$$\frac{d\varepsilon_z}{d\varepsilon_\varphi} = -\frac{\xi \cdot p^2 \cdot \varepsilon_\varphi^2 + k}{p^2 \cdot \varepsilon_\varphi^2 + k}, \quad p > 0, \quad (1)$$

де p, ξ, k – константи, які визначається експериментально.

Очевидно, що величини ξ, k, p будуть визначатися умовами тертя між заготовкою та інструментом, матеріалом досліджуваної заготовки та її типорозмірами.

Розв'язком диференціального рівняння (1), із урахуванням початкової умови $\varepsilon_z|_{\varepsilon_\varphi=0} = 0$, отримаємо [1, 2, 9, 10, 15, 16]

$$\varepsilon_z = -\xi \cdot \varepsilon_\varphi - \frac{1}{p} \cdot (k - \xi) \cdot \operatorname{arctg}(p \cdot \varepsilon_\varphi). \quad (2)$$

Використовуючи вирази для обчислення показника напруженого стану та накопиченої деформації на вільній бічній поверхні при деформуванні та співвідношення (2) отримано узагальненні співвідношення для оцінки напружено-деформованого стану бічної поверхні циліндричного зразка під час вальцювання [1, 2, 3, 4, 10, 11, 12, 15, 16]:

$$\eta(t, \xi, k) = \frac{\sqrt{3} \cdot (1 - \xi - (k - \xi) \cdot \cos^2(t))}{\sqrt{1 - (1 - \xi) \cdot \xi - [1 - 2 \cdot \xi - (k - \xi) \cdot \cos^2(t)] \cdot (k - \xi) \cdot \cos^2(t)}}, \quad (3)$$

$$\varepsilon_u(t, p, \xi, k) = \frac{2 \cdot \sqrt{3}}{3 \cdot p} \cdot \int_0^t \sqrt{(k - \xi)^2 + \frac{(2 \cdot \xi - 1) \cdot (k - \xi)}{\cos^2(\tau)} + \frac{\xi^2 - \xi + 1}{\cos^2(\tau)}} \cdot d\tau. \quad (4)$$

Також було проведено дослідження процесу вальцювання із використанням імітаційного моделювання в програмному комплексі DEFORM 3D. Отримані значення осьової та колової деформацій під час імітаційного моделювання, було апроксимовано співвідношенням (2) із використанням розробленої процедури в СКМ Maple із використанням пакету optimization та побудовано відповідний графік (рис. 1).

```
> restart;
with(Optimization):
with(plots):
> data_A := [[-1, 0], [-.913307374, .87e-2], [-.895268744, .17682e-1], [-.909067791, .60291e-1], [-.860639114, .125253], [-.84980456, .133413], [-.838489892, .14158], [-.826753866, .14975], [-.81429968, .157915], [-.800769023, .166065], [-.786719424, .174192], [-.772371834, .182293], [-.758064751, .190367], [-.743884661, .198416], [-.730360835, .206437], [-.715806186, .214422], [-.701096834, .222366], [-.685630682, .230264], [-.669800058, .23811], [-.653321754, .245902], [-.636263146, .253639], [-.618528361, .261318], [-.600587402, .26894], [-.581781281, .276502], [-.562672325, .284004], [-.542896959, .291447], [-.522633872, .298828], [-.502016749, .306148], [-.480410536, .313405], [-.458133535, .320599], [-.435430755, .32773], [-.412002595, .334797], [-.388016354, .341797], [-.363541436, .348733], [-.338642094, .355605], [-.313319426, .362413], [-.287648235, .369158], [-.261739689, .375841], [-.235525873, .382461], [-.209111602, .389021], [-.18215416, .395521], [-.155569004, .401963], [-.12860172, .408348], [-.101455889, .414676], [-.73617837e-1, .420947], [-.46008918e-1, .427165], [-.18071445e-1, .43333], [.10161435e-1, .439445], [.38172249e-1, .445511], [.66268011e-1, .451531], [.9422861e-1, .457506], [.121475014, .463437], [.148290309, .469326], [.174529208, .475175], [.200636576, .480986], [.226274226, .486763], [.246904439, .492519], [.267520008, .498261], [.331456225, .50069], [.362345501, .506011], [.362935174, .511228], [.373046093, .516529], [.428674643, .521851], [.448581047, .527136], [.468378663, .532414], [.484104453, .537693], [.494841052, .542995], [.515339334, .548347], [.534275614, .553719], [.542328905, .559144], [.557364819, .564696], [.572384834, .570301], [.578645724, .575991], [.612924842, .580877], [.617078879, .586731], [.636370713, .598386], [.64726274, .604197], [.662687837, .609961], [.671119316, .615773], [.678155501, .62165], [.686711116, .63401], [.689871121, .640378], [.740448845, .663176], [.745571531, .684143], [.74892529, .691393]];
[0,0.004834,0.009909,0.014908,0.019699,0.024366,0.028967,0.033544,0.038085,0.042546,0.04699,0.051446,0.055939,0.060473,0.06505,0.069673,0.074344,0.079062,0.083824,0.088629,0.093475,0.098359,0.103279,0.108233,0.11322,0.118236,0.123278,0.128344,0.133432,0.138539,0.143666,0.148812,0.153975,0.159157,0.164357,0.169575,0.17481,0.180061,0.185332,0.190621,0.195927,0.201252,0.206595,0.211956,0.217335,0.222732,0.228147,0.233579,0.239028,0.244495,0.249978,0.255479,0.260997,0.266532,0.272082,0.277649,0.283233,0.288836,0.294459,0.300101,0.305764,0.311447,0.317148,0.322865,0.328599,0.334352,0.340125,0.345921,0.351742,0.357602,0.363193,0.368885,0.37468,0.380438,0.386247,0.392083,0.397982,0.403961,0.409993,0.416105,0.422368,0.428704,0.435142,0.439915,0.446745,0.453326,0.459974,0.466574,0.47315,0.4798,0.486533,0.493457,0.500605,0.50786,0.5143,0.525447,0.533585,0.541631,0.549897,0.55822,0.5592];
[0,-0.008682,-0.017633,-0.026468,-0.035066,-0.043479,-0.051829,-0.060125,-0.068354,-0.076475,-0.08452,-0.092517,-0.100577,-0.108676,-0.116789,-0.124911,-0.133038,-0.141169,-0.149298,-0.157419,-0.165521,-0.173594,-0.181636,-0.189645,-0.197623,-0.205569,-0.213471,-0.221327,-0.229128,-0.236871,-0.244553,-
```

```

0.252171,-0.259723,-0.267207,-0.274622,-0.281968,-0.289242,-0.296444,-0.303573,-0.310627,-0.317604,-
0.324504,-0.331325,-0.338065,-0.344724,-0.351302,-0.3578,-0.364216,-0.370551,-0.376806,-0.382979,-
0.389072,-0.395087,-0.401023,-0.406879,-0.412657,-0.418356,-0.423979,-0.429526,-0.434998,-0.440397,-
0.445725,-0.450981,-0.456167,-0.461285,-0.466337,-0.471325,-0.476264,-0.48116,-0.486744,-0.491012,-
0.495323,-0.499589,-0.503822,-0.508005,-0.512159,-0.516295,-0.520437,-0.524557,-0.528686,-0.532886,-
0.537094,-0.541337,-0.546293,-0.550393,-0.554612,-0.558817,-0.562993,-0.567095,-0.571193,-0.575307,-
0.579556,-0.583923,-0.588317,-0.593227,-0.598781,-0.603227,-0.607872,-0.612539,-0.617339,-0.617908]:
data_B:=zip((x,y)->[x,y],%,%);
data_B[101,1];
Ez_E_phi:=(x,m,a,q)->-a*x-(q-a)*m*arctan(x/m);
E[z]=Ez_E_phi(E[phi],m,a,q);
res_Sm_B:=map((zz)->Ez_E_phi(zz[1],m,a,q)-zz[2],data_B):

```

$$E_z = -a E_\phi - (q - a) m \arctan\left(\frac{E_\phi}{m}\right)$$

Обчислюємо параметри апроксимації по методу найменших квадратів із використанням команди Optimization[LSSolve] та будемо відповідну апроксимацію\

```

sol_Sm := LSSolve(res_Sm_B, {m>=0.0001});
eval(Ez_E_phi(x,m,a,q),sol_Sm[2]);
sol_Sm := [0.0000181330286534944033 ,
[a = 0.181181723022019098 , m = 0.285132630482256788 , q = 1.82498389230558145 ]]
-0.181181723022019098x - 0.4687016365arctan(3.507139812x)

Lf:=eval(Ez_E_phi(x,m,a,q),sol_Sm[2]),data_B]:
G2:=plot(Lf,x=0..data_B[101,1],style=[line$(nops(Lf)-
1),point],symbol=CIRCLE,symbolsize=8,color=[RED,black],thickness=[2,1],labels=['`,``,``],linestyle=[1,1]):
g40:=PLOT(
TEXT([-0.08,-1.1], 'e', FONT(SYMBOL,14)),COLOR(RGB, 0.1, 0, 0),
TEXT([-0.06,-1.12], "z", FONT(TIMES,ROMAN,12)),
TEXT([0.8,-0.05], 'e', FONT(SYMBOL,14)),
TEXT([0.82,-0.07], "j", FONT(SYMBOL,12)),
AXESSTYLE(NORMAL)):
display({G2,g40},view=[-0.08..0.56,0..-0.62]);

```

Використовуючи співвідношення (3) та (4) та результати апроксимації, побудовано траєкторії деформування для небезпечної, з точки зору накопичення пошкоджень, точки зразка як за результатами апроксимації співвідношенням (1) експериментальних даних, так і самих експериментальних значень накопиченої деформації та показника напруженого стану, отриманих під час імітаційного моделювання процесу вальцювання. Відповідні результати були опрацьовані розробленою процедурою в СКМ Maple та представленні на рис. 2.

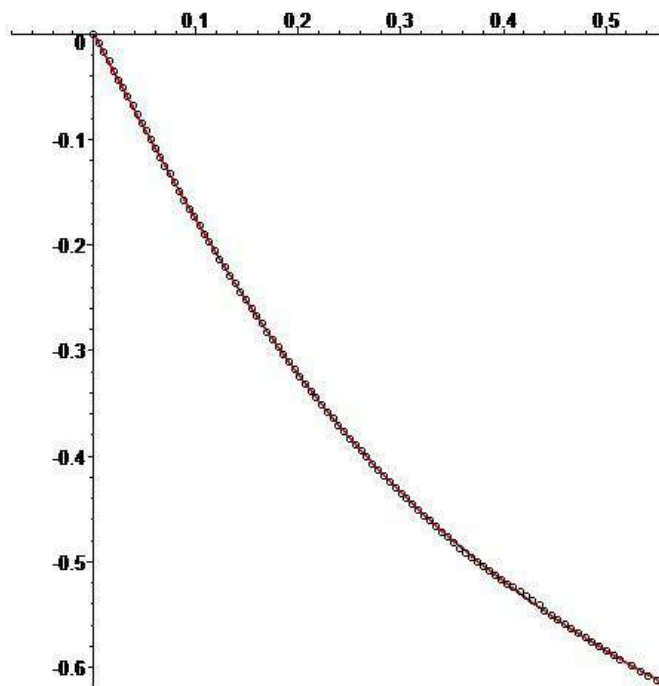


Рис. 1 – Апроксимація залежності між компонентами деформації небезпечної, з точки зору накопичення пошкодження, точки заготовки із використанням СКМ Maple [1, 2, 9, 11, 16]

```
> subs(sol_Sm[2], m) * tan(t) = data_B[101, 1];
TT := fsolve(%, t);
Eu := (t, m, a, q) -> 2/3 * m * 3^(1/2) * Int((1 + (-a - (q-a) * cos(t)^2)^2 - a - (q-a) * cos(t)^2) / cos(t)^2)^(1/2), tau=0..t);
ET := (t, a, q) -> 6 * (-a - (q-a) * cos(t)^2 + 1) / (9 + 3 * (-2 * a - 2 * (q-a) * cos(t)^2 + 1)^2)^(1/2);
h0 := plot(data_A, thickness=2, color=red);
h2 := plot([ET(t, subs(sol_Sm[2], a), subs(sol_Sm[2], q)), Eu(t, op(subs(sol_Sm[2], [m, a, q]))), t=0..TT], linestyle=[1, 3], thickness=[2, 1], color=[blue, black]);
h40 := PLOT(
TEXT([-0.12, 0.63], 'e', FONT(SYMBOL, 14), COLOR(0.1, 0, 0),
TEXT([-0.10, 0.62], "u", FONT(TIMES, ROMAN, 12)),
TEXT([0.9, -0.04], 'h', FONT(SYMBOL, 14)),
AXESSTYLE(NORMAL));
display({h0, h2, h40});
```

$$0.285132630482256788 \tan(t) = 0.5592$$

$$TT := 1.099265017$$

$$Eu := (t, m, a, q) \rightarrow \frac{2}{3} m \sqrt{3} \int_0^t \sqrt{\frac{1 + (-a - (q-a) \cos(t)^2)^2 - a - (q-a) \cos(t)^2}{\cos(t)^2}} dt$$

$$ET := (t, a, q) \rightarrow \frac{6(-a - (q-a) \cos(t)^2 + 1)}{\sqrt{9 + 3(-2a - 2(q-a) \cos(t)^2 + 1)^2}}$$

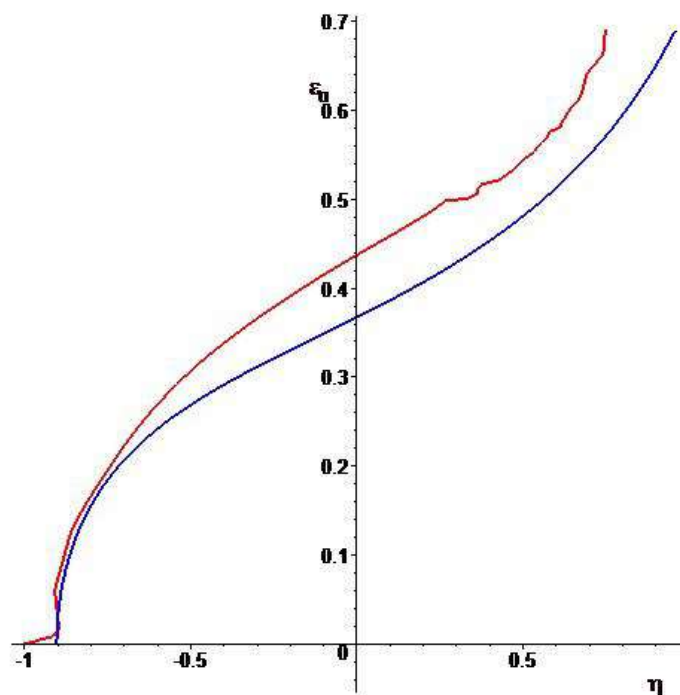


Рис. 2 – Порівняльне графічне представлення напружено-деформованого стану, отриманого за допомогою імітаційного моделювання вальцювання та за допомогою співвідношень (3) та (4) в результаті апроксимації залежності між компонентами деформацій [1, 2, 10, 11, 16]

Частина математичного апарату та розроблені фрагменти коду в СКМ Maple, які представлено в даній роботі, покладено в основу розроблених інформаційних технологій експериментально-аналітичного моделювання деформованого стану матеріалу на вільній поверхні циліндричних зразків під час вісесиметричних процесів деформування із вільною поверхнею.

References

1. Mykhalevych V. M. Modeling of stress-strain and limited states of cylindrical billets during face-end compression: monograph / V. M. Mykhalevych, Yu. V. Dobranyuk. - Vinnytsia: VNTU, 2013. - 180 p. ISBN 978-966-641-532-8. (in Ukrainian).
2. Mykhalevych V. M. Modeling of plastic strain of a cylindrical billet during face-end compression / V. M. Mykhalevych, A. A. Lebedev, Yu. V. Dobranyuk // Probl. strength. - 2011. - No. 6. - P. 5–22. (in Russian).
3. Mikhalevich V. M. Modeling of plastic deformation in a cylindrical specimen under edge compression / V. M. Mikhalevich, A. A. Lebedev and Yu. V. Dobranyuk // Strength of Materials. – Volume 43, Number 6 (2011), P. 591–603, DOI: 10.1007/s11223-011-9332-7.
4. Mykhalevych V. M. Prediction of the limit state lateral surface of a cylindrical billet during face-end compression / V. M. Mykhalevych, V. A. Matviychuk, Yu. V. Dobranyuk, E. A.

- Trach // Metal processing by pressure: collection of scientific papers. - Kramatorsk: DSMA - 2012 - No. 1 (30) - P. 24-30.
5. Dobranyuk Yu. V. Modeling with using of the software complex DEFORM 3D of the stress-strain state of the lateral surface of a cylindrical billet during face-end compression / Yu. V. Dobranyuk, L. I. Aliyeva, V. M. Mykhalevych // Metal processing by pressure: collection scientific works. - Kramatorsk: DSMA - 2010 - №4 (25) - P. 3–10.
 6. Mykhalevych V. M. Improvement of the experimental part of the experimental-analytical method of research of the stress-strain state of the lateral surface of a cylindrical billet during face-end compression [Electronic resource] / V. M. Mykhalevych, Yu. V. Dobranyuk, E. A. Trach // Scientific works of Vinnytsia National Technical University. - №4. - Kyiv: National Library V. I. Vernadsky. - 2011. - 8 p. - Journal access mode: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2011_4/2011-4.files/uk/11vmmwas_ua.pdf.
 7. Mykhalevych V. M. Determination of the initial section of the trajectory of strains of the limited state of the lateral surface of a cylindrical billet during face-end compression / V. M. Mykhalevych, Yu. V. Dobranyuk, E. A. Trach // Visnyk of Vinnytsia Polytechnic Institute. - 2012. - №2 - P. 163–167.
 8. Gun'ko I. V., Dobranyuk Yu. V. Evaluation of blank deformability during rolling / I. V. Gun'ko, Yu. V. Dobranyuk // MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. - 2013. - Vol. 15 - N. 4. - P. 254–261.
 9. Mykhalevych V. M. Stressed state of thick-walled pipes under uniform pressure / V. M. Mykhalevych, Yu. V. Dobranyuk // Bulletin of engineering and transport. - Vinnytsia: VNTU, 2016. - №1 - P. 67–72.
 10. Sevostyanov I. V. The development process of rolling the curvilinear blanks from aluminum alloys / I. V. Sevostyanov, Yu. V. Dobranyuk, I. A. Bubnovska // Bulletin of Mechanical Engineering and Transport. - Vinnytsia: VNTU, 2017. - №2 (6) - P. 150–157.
 11. Mykhalevych V. M. Generalization of experimental and analytical methodology for assessing the mode of deformation of cylindrical blank's lateral surface during axial-symmetric compression / V. M. Mykhalevych, V. A. Matviychuk, Yu. V. Dobranyuk, E. A. Trach // Processing of metals by pressure: a collection scientific works. - Kramatorsk: DSMA - 2014 - №1 (38) - P. 41–47.
 12. Mykhalevych V. M. Modeling of limited strains on a free lateral surface during high-temperature face-end compression / V. M. Mykhalevych, V. O. Kraevskiy, Yu. V. Dobranyuk // Bulletin of Mechanical Engineering and Transport. - Vinnytsia: VNTU, 2015. - №2 - P. 54–60.
 13. Mykhalevych V. M. Formation of cylindrical blank's lateral surface during axial-symmetric compression / V. M. Mykhalevych, Yu. V. Dobranyuk, E. A. Trach // Bulletin of the National Technical University "KhPI". Collection of scientific works. Thematic issue: New solutions in modern technologies. - Kharkiv: NTU "KhPI" - 2013. - №42 (1015) - P. 126 - 131.
 14. Mykhalevych V. M. Analytical representation of the radius of cylindrical blank's lateral surface during axial-symmetric compression / V. M. Mykhalevych, Yu. V. Dobranyuk, E. A. Trach // Metal processing by pressure: a collection of scientific papers. - Kramatorsk: DGMA - 2015 - №2 (41) - P. 56–62.
 15. Mykhalevych V. M. Dependence of the maximum diameter of the blank on the degree of strain during axial-symmetric compression / V. M. Mykhalevych, Yu. V. Dobranyuk // Progressive Engineering, Technology and Engineering Education: Abstracts of the XVI International Scientific and Technical Conference - NTUU "KPI" - Odessa - June 22-25, 2015 - P. 83–84.

16. Mykhalevych V. M. Analytical representation of the maximum radius cylindrical billet during axisymmetric compression with barrels forming / V. M. Mykhalevych, Yu. V. Dobranyuk // Bulletin of Mechanical Engineering and Transport. - Vinnytsia: VNTU - 2015 - №1 - P. 59–66
 17. Mykhalevych V. M. Improvement of the method of solving the two-dimensional problem of pressing the staff / V. M. Mykhalevych, V. O. Kraevskiy, Yu. V. Dobranyuk. // Bulletin of NTUU "KPI". Mechanical engineering series. - 2016. - №2 (77). - P. 79–88.
-

Vitalii Klochko*, Dr. Sc.

Oksana Klochko**, Dr. Sc.

*Vinnytsia National Technical University,
Ukraine

e-mail: klochko@vntu.edu.ua

**Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: klochko.ov@vspu.edu.ua

APPLICATIONS OF SOME SPECIAL FUNCTIONS IN MATHEMATICAL MODELING

Abstract. The possibility of application of methods of mathematical modeling on the basis of system of orthogonal functions, and also Lambert's functions, perspective of a direction in the decision of problems of increase of level of designing of corresponding technological processes of manufacture is substantiated.

Key words and phrases: orthogonal finite functions, mathematical modeling, Lambert's function.

Сучасний фахівець не може успішно вирішувати професійні задачі, що стоять перед ним, не володіючи необхідними знаннями про предмет своєї діяльності, про способи і засоби, та приймати творче вирішення цих задач. Математика є теоретичною базою й інструментом пізнання більшості навчальних дисциплін. Вдалих пошук і розробка реального проекту неможливі без використання апарата і методів сучасної математики. Більш того, математичне моделювання і наступна математична алгоритмізація уможливають залучення сучасних ІКТ з метою ефективнішого розв'язання проблем. Їх розв'язування зумовлює пошук нових підходів до застосування сучасних програмних засобів підтримки математичної

діяльності. Практика показує, що саме комплексне застосування систем комп'ютерної математики (СКМ) дає студентам можливість поглибити математичні і професійні знання, закріпити навички використання комп'ютерних програм, підвищити роль самостійної роботи й інтерес до вивчення математики і інформатики.

Експериментальні дослідження в умовах виробництва, з метою удосконалення розробки і налагоджування технологій виготовлення продукції, пов'язано є трудомісткими, затратними у часі й потребують використання вартісного обладнання. Вирішення цієї проблеми ґрунтується на використанні нових методів математичного моделювання.

Одним із підходів до підвищення обчислювальної продуктивності і точності отриманих рішень полягає у використанні ортогональних фінітних функцій (ОФФ), визначених та введених у практику на початку ХХІ століття [1]. Нижче наведено аналітичний вираз компактного скінченного носія $\varphi_i(x)$ ОФФ, його графік (рисунок 1) Розглядається рівномірна сітка $a = x_1 < x_2 < \dots < x_N = b$ з кроком h , і кожному вузлу сітки ставиться у відповідність сіткова функція вигляду (рисунок 1). Для того, щоб ці функції можна було використовувати з метою апроксимації повинні використовуватися умови $\alpha = \beta - 1$ та інтегральна умова $4\alpha\beta - \alpha - \beta = 0$ ортогональності. Використавши умови ортогональності функцій $\varphi_i(x)$ і $\varphi_{i+1}(x)$: $4\alpha\beta + \alpha - \beta = 0$ і $\alpha = \beta - 1$, можна спростити вирази. На рисунку 2 наведено графік однієї функції із систем ортогональних функцій.

$$\Phi(\alpha, \Theta, x) := \begin{cases} 0 & \text{if } x > 1 \\ \left[\frac{(x-1) \cdot \alpha}{\Theta} \right] & \text{if } 1 - \Theta \leq x \leq 1 \\ \frac{-(1+2\alpha) \cdot (x-0.5)}{1-2\Theta} + 0.5 & \text{if } \Theta \leq x \leq 1 - \Theta \\ \left(\frac{\alpha \cdot x}{\Theta} + 1 \right) & \text{if } 0 \leq x \leq \Theta \end{cases}$$

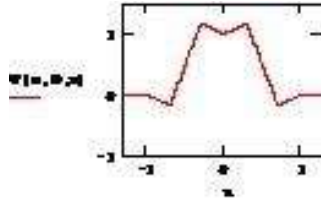


Рисунок 1.

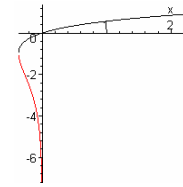


Рисунок 2.

Рисунок 3.

Перелік задач, для яких можна отримати аналітичний розв’язок, не так уже й багато. Більшість проблем не можна вирішити за допомогою лише елементарних функцій. Тому математичний апарат протягом всієї історії науки поповнювався новими функціями. Наприклад, функції Бесселя, гама-функція та багато інших. До них відноситься функція Ламберта або W -функція Ламберта – $W(x)$ визначається як розв’язок функціонального рівняння $W(x)e^{W(x)} = x$ (1).

Хоча функція була відома за часів Ейлера, досить успішно використана і набула відповідної назви лише у 1980 роках. Ім'я Ламберта було обрано, тому що Ейлера згадує її у своїй роботі з праці Ламберта.

$W(x)$ – багатозначна функція, оскільки рівняння (1) має безліч розв’язків, більшість з яких комплексні. Функція Ламберта не є ні парною, ні непарною, визначена в інтервалі $(-1/e; \infty)$, де приймає значення від $-\infty$ до $+\infty$, причому для від’ємних значень x функція двозначна. Зазвичай $W(x)$ застосовують, коли розв’язок є дійсним числом. Тобто, якщо x – дійсне число, то серед множини розв’язків рівняння (1) можуть знаходитися два дійсних розв’язки $W_0(x)$ й $W_{-1}(x)$ (або лише один, або ні одного). На рисунку 3 наведено графік двох дійсних віток W -функції Ламберта.

Властивості цієї функції можуть бути корисними під час розв’язання диференціальних рівнянь. Наведемо приклад застосування функції Ламберта для розв’язання деяких видів диференціальних рівнянь. Наприклад, для рівняння

вигляду [3, № 1.284]: $(4y^2 + x^2)y' = xy$, розв'язок $\ln|y| = \frac{x^2}{8y^2} + C$, у явному вигляді:

$y = \exp\left(\frac{1}{2}W\left(\frac{x^2}{4}\exp(-2C)\right) + C\right)$. З наведеного прикладу слідує, що обчислення значень функції Ламберта може бути самостійним науковим дослідженням, що має прикладне значення.

W-функція Ламберта застосовується під час розв'язання задач математичного моделювання фізики, хімії, економіки та інших галузях. Наприклад, аналіз динамічної моделі розвитку фірми в залежності від розподілу чистого прибутку між власним капіталом, приростом знань і дивідендами, що є пов'язаними в часі змінними "знання" і "капітал", зводиться до системи диференціальних рівнянь [2]. З урахуванням початкових умов система зводиться до двох рівнянь, одне з яких має вигляд: $\frac{d\psi(\tau)}{d\tau} = -\psi(\tau)(k_1 + r) + I(r)$. Розв'язок рівняння (в силу його лінійності) перетворюється до вигляду, зручного для використання властивості W-функції Ламберта.

References

1. Leontiev V. L. Orthogonal finite functions and numerical methods. Ulyanovsk State University, 2003. 178 p.
2. Astanina L. A. Dynamic model of company management in the information environment. *Collection of scientific works SWorld: Economics*, 2014. Vol. 4. № 24. P. 63-69.
3. Kamke E. Handbook of ordinary differential equations. Moscow: Nauka, 1965. 807 p.

Olena Kryvtsova, Ph.D

Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University, Poltava,
Ukraine
e-mail: op-k@ukr.net

DEVELOPMENT OF APPLICATIONS FOR USE IN INCLUSIVE EDUCATION

Abstract. The use of computers and modern technology is becoming an integral part of the learning process. Development and implementation of modern applications is necessary for the

introduction of inclusive education. It is the use of the latest technologies that allows students with special needs to become full participants in the educational process and receive a quality education.

Key words and phrases: education, information and communication technologies, inclusive education, education of children with special educational needs.

На сучасному етапі розвитку суспільства в усьому світі підвищується увага до інклюзивної освіти. Зростає актуальність розробки та впровадження інформаційні технології для навчання дітей з особливими освітніми потребами.

У Національній стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року передбачається інформатизація освіти, вдосконалення бібліотечного та інформаційно-ресурсного забезпечення освіти і науки; забезпечення створення умов для розвитку індустрії сучасних засобів навчання (навчально-методичних, електронних, технічних, інформаційно-комунікаційних тощо) [1].

Використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), базується на використанні комп'ютерів, засобів телекомунікацій, мультимедійних технологій, відкриває перед учителем нові можливості, проте й ставить перед нові задачі, щодо розробки сучасних педагогічних програмних засобів.

Викладачі кафедри математичного аналізу та інформатики Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г.Короленка приймають активну участь у міжнародних проектах. Починаючи з 2020 року викладачі кафедри є учасниками проекту «Writing for inclusion (WIN)» («Інклюзивне письмо»), 2020-1-ES01-KA201-081827. Аплікантом проекту виступає Фондація Університету Бальмес, Іспанія (Fundació Universitària Balmes). До консорціуму входять загальноосвітні та вищі навчальні заклади з Іспанії, Італії, Угорщини та України.

Основним завданням проектної групи стала розробка додатку, який допоможе дітям з особливими потребами вивчати англійську мову. У якості мови програмування було обрано JavaScript.

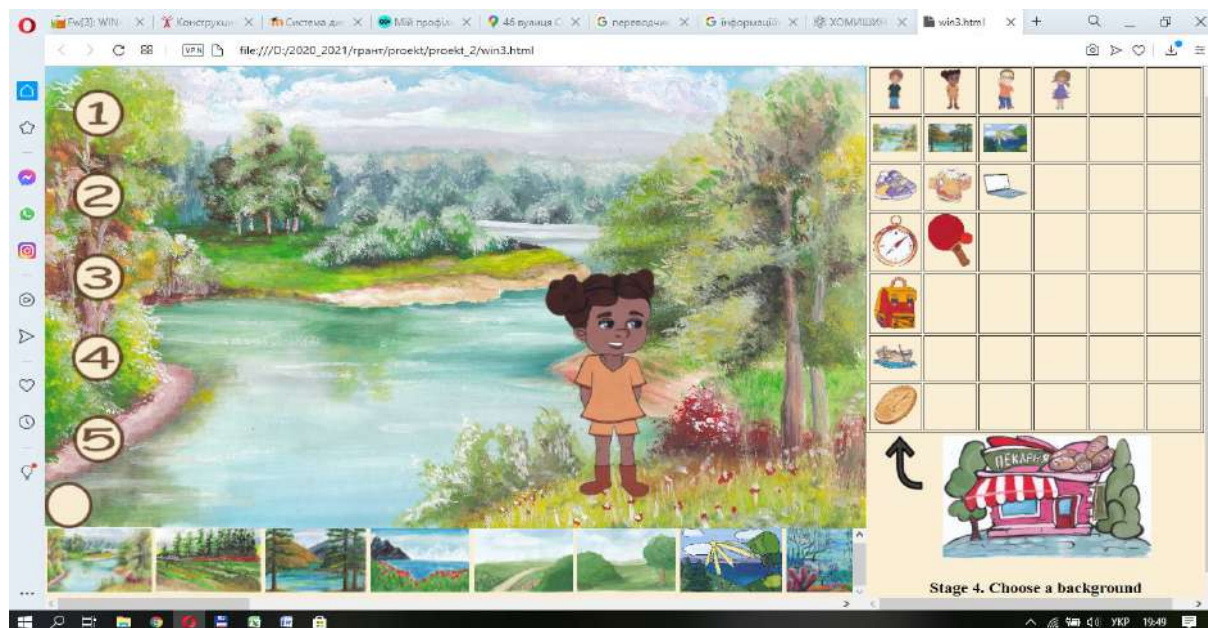


Рис.1. Основна сторінка вебдодатку

Основне вікно вебдодатку розділене на три частини (рис.1). Ліва верхня частина призначена для відтворення анімації. Під нею знаходиться список елементів, доступних для вибору на даному етапі. На початку – це набір зменшених зображень героїв першої стадії історії. Список зображень можна проглядати за допомогою смуги прокручування. При клацанні на об'єкті його збільшене зображення з'являтиметься у правій частині вікна. За потреби можна переглянути інші зображення.

Права частина вікна призначена для керування вибором елементів. Тут розташована таблиця, у якій відобразатимуться елементи, які обрані для кожної із стадій історії. Кожній стадії відповідає стовпець таблиці. Де послідовно з'являтимуться відповідний герой, фон та об'єкти. Під таблицею знаходиться збільшене зображення об'єкта, який обраний зі списку. Після остаточного вибору, об'єкт буде переміщено у відповідну клітинку таблиці. Після вибору героя здійснюється перехід до наступного етапу: у списку об'єктів з'являються зображення фонів першого етапу. Вибір фону здійснюється аналогічно до вибору

героя. На наступному етапі здійснюється вибір об'єктів, з якими може працювати герой на першому етапі. Допускається вибір до 5 об'єктів, які у подальшому будуть взаємодіяти з героєм (рис.2).

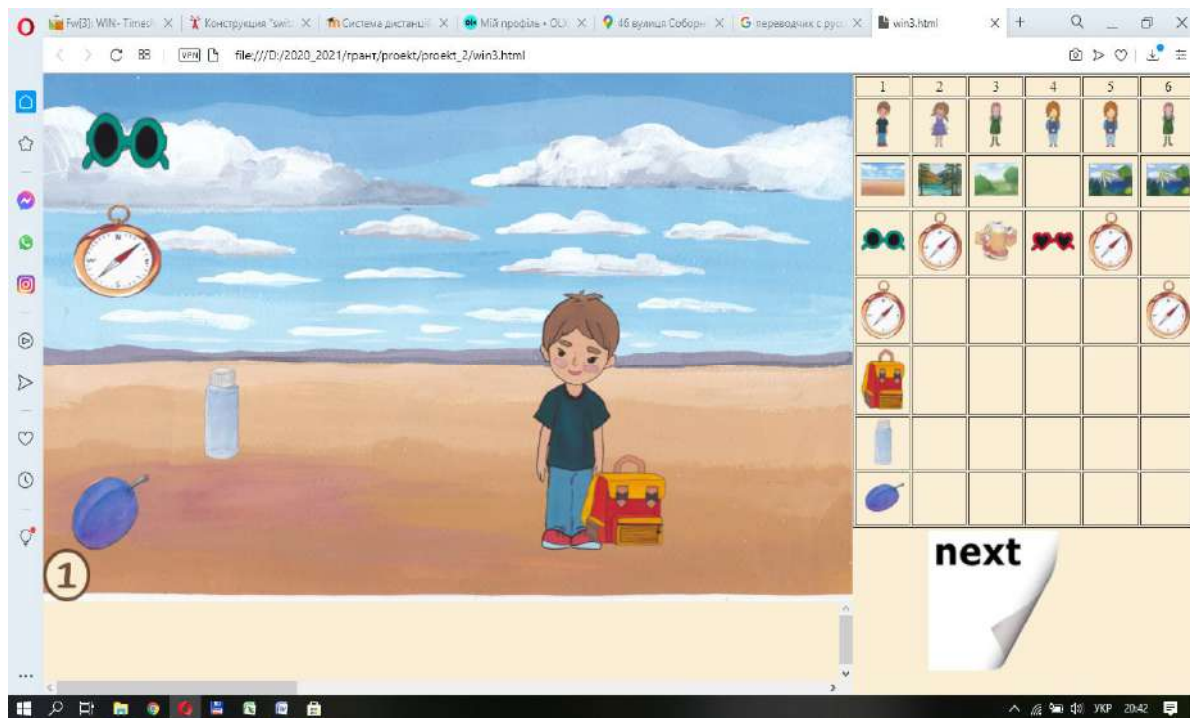


Рис.2. Візуалізація історії

Отже даний проєкт ставить за мету внести позитивні зміни у навчання дітей з особливими потребами. Саме впровадження у навчальний процес інформаційно-комунікаційних технологій відкриває нові можливості, покращує якість освіти та робить її доступнішою, а також розширює можливості вчителя при роботі з дітьми.

Можемо відзначити, що сучасні реалії ставлять нові вимоги перед системою освіти. Використання інформаційно-комунікаційних технологій стає невід'ємною складовою навчального процесу та є необхідними при запровадженні інклюзивного навчання. Саме використання ІКТ дозволяє учням з особливими

потребами стати повноцінним учасниками освітнього процесу та отримати якісну освіту.

References

1. About the National Strategy for the Development of Education in Ukraine for the Period until 2021: Decree of the President of Ukraine dated June 25, 2013 No. 344/2013 [Electronic resource]. - Access mode: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/344/2013>

Olena Kvaterniuk*, Ph. D.

Tatiana Voloshko*

* Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: kvaternuikolena@vspu.edu.ua

SIMULATION OF THE INFLUENCE OF COMPUTER (GADGET) DEPENDENCE ON THE ACTIVATION OF COGNITIVE ACTIVITY OF STUDENTS

Abstract. Today, the Internet is a source of a wide variety of information and is actively used for educational purposes: literature, videos, programs, platforms for distance learning, online olympiads and competitions, social networks, etc. allow making the educational process accessible and interesting. However, most teachers today face a problem when students learn less and less using the Internet, and are more distracted by computer games, online communication on personal topics, watching short videos that are not related to the educational process. At the same time, the quality of teaching decreases, and in some students a state close to Internet addiction is observed.

Key words and phrases: internet addiction, online communication, distance learning.

Today it is impossible to imagine a modern lesson without the use of computer technology and the Internet. Computer technology makes it possible to create interesting classes and use a wide variety of services for teaching lessons. At the same time, the modern teacher encounters the problem of computer addiction in children, most often affects the achievement of learning goals. Lack of parental control, students' willpower, an adequate attitude to computer games and the educational process, the presence of certain psychological, everyday or social problems that students cannot or do not want to cope with, create conditions for the emergence of computer addiction, or it is also called

the Internet. dependence, in this context, has the same nature of the impact on the still unformed psyche of schoolchildren. Therefore, it is important to analyze the reasons for this dependence in modern students and develop clear recommendations for enhancing the cognitive activity of students in the classroom and preventing the development of such a disease.

The aim of the work is to study the impact of non-academic use of computer (gadget) technology and the Internet on the quality of student learning and the proposed methods for preventing computer addiction.

According to the goal, the following tasks are set:

- 1) Carry out a review of the works of modern literature on the topic under study;
- 2) Investigate the impact of non-academic use of computer (gadget) technology and the Internet on the quality of education of students at the KU "Khizhinets Lyceum";
- 3) Based on the results of the study, consider methods of preventing computer addiction.

The term "computer addiction", "gadget addiction" and "Internet addiction" in the explanatory dictionary of the modern Ukrainian language is collectively characterized as a mental disorder, an obsessive desire to use a computer, gadget, Internet and a painful inability to disconnect from them in time [1]. In the history of technology development, these concepts are distinguished as separate types of dependencies. However, most researchers indicate that today this development unites the influence of all three concepts, since it is already inconceivable to have a computer or gadget without the Internet and vice versa.

A great contribution to the study of Internet addiction and gadget addiction was made by such foreign scientists as K. Young, R. Davis, A. Voiskunskiy, D. Greenfield, A. Egorova, N. Kumart and others. Among Ukrainian specialists, in various aspects, they study the phenomenon of Internet-dependent behavior, distinguished I. Kuzhel, N.

Bugaeva, G. Pilyagina, A. Chaban, L. Yurieva, Ya. Shugailo, M. Romanenko and others [1-3].

Internet addiction researcher A. Goldberg noted in his works that this addiction is manifested in the fact that a person can spend up to 18 hours a day and at least 100 hours a week in the virtual world of the Internet. A. Goldberg also points out that this is a psychological disease in which a person is not able to adequately perceive the virtual world and is characterized as an irresistible craving for the use of computer games or the Internet and a disorder that has a detrimental effect on household, educational, social, family, work, financial or the psychological sphere of human life. And this is a problem for all ages of people. However, most often it is children who are at risk, whose psyche is in a state of development and is finally formed before the age of 16. According to research data, about 70 percent of schoolchildren 13-16 years old, namely adolescents, are Internet addicts today.

According to K. Young, 25% of addicts acquired addiction within six months after starting to work on the Internet, 58% - during the second half of the year, and 17% - with a year of age.

But it is worth distinguishing between computer addiction and love for games, Internet technologies and technology. After all, the era of digital technologies dictates to us its own rules and the ability to own technology at a certain level. Knowledge of computer technology is already a necessity and many processes are really easier and more convenient to implement virtually. If the child's behavior has not changed, school performance has not deteriorated, mood and well-being are good - most likely there are no reasons for anxiety [2].

In the literature, IV stages of the emergence of dependence are distinguished based on the time spent on the Internet or using a computer:

And - a short time spent in the network;

II - showing interest in using the Internet for work and play;

III - stay in social networks with a loss of time count;

IV - the presence of dependence, the destruction of interaction with the outside world.

N. Levitskaya in her research notes that it is at the fourth stage that the main function of the psyche is violated - the personality begins to reproduce not the influence of the objective world, but virtual reality. At this stage, a person has spent too much time on the Internet alone. It is the need to be in the network that is on the same level with the basic physiological needs. However, some users stop at the third stage. The scientist names those who spend an average of 36 hours a week on the Internet (for non-academic purposes), which leads to a decrease in academic performance among students, a deterioration in relationships with loved ones. Internet independent people who use the Internet for an average of 8 years a day, and its use does not lead to negative consequences.

In the process of social and pedagogical prevention of computer and Internet addictions for teachers, behavioral, psychological and physiological symptoms are distinguished [3]. Behavioral includes the obsessive desire to check e-mail, the constant expectation of the next access to the Internet or the opportunity to play computer games; complaints for a long time are on the computer or on the Internet. Psychological symptoms include feeling good or euphoric while working at the computer, not being able to stop work, neglecting family and friends, feeling empty, anxious, irritated while offline, deceiving family and friends about their activities, academic and professional problems. Physiological manifestations of addiction include lesions of the nerve trunks of the hand, associated with prolonged muscle strain, dry eyes, headaches, back pain, irregular eating, skipping meals, neglect of personal hygiene, sleep disturbance.

In the work of A. Bartkiv [1] it is indicated that for the preventive work of computer addiction, it is necessary to form in the individual the awareness of himself as an individual, to reveal his abilities, to promote the formation of self-awareness, self-improvement, self-realization and self-affirmation. The importance of in-depth familiarization with the methods that are widely used in preventive work is noted: lectures (lectures-conversations, lectures-disputes, lectures-quizzes, lectures-consultations, lectures-press conferences), round sheets, the caseyvtosho method. The main forms in prevention should be trainings, individual lessons and consultations aimed at identifying the causes and understanding the problem through recognizing the signs of addictive behavior, personal development.

So, we can conclude that computer addiction is a common psychological disease, especially among schoolchildren. It is necessary to carry out a number of activities, methods of work at school for teachers to prevent this disease.

References

1. Бартків О., Дурманенко Є. Зміст підготовки майбутніх соціальних педагогів до соціально-педагогічної профілактики Інтернет-адикції. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2015. № 1. С. 140-145.
2. Шугайло Я. В. Інтернет-залежність та проблема її профілактики серед дітей та підлітків. *Вісник Запорізького національного університету. Педагогічні науки*. 2015. № 2. С. 17-24. 10
3. Kumar N., Kumar A., Mahto S.K. et al. Prevalence of excessive internet use and its correlation with associated psychopathology in 11th and 12th grade students. *Gen. Psychiatr.* 2019. № 2. P. 100001. doi: 10.1136/gpsych-2018-100001. 14

Olena Kvaterniuk*, Ph. D.

Zhijia Liu**, Ph. D.

Serhii Kvaterniuk***, Dr. Sc.

*Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: kvaternuikolena@vspu.edu.ua

**Beijing Normal University, Beijing, P.R.China

e-mail: zhijialiu@bnu.edu.cn

***Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: kvaternuk@vntu.edu.ua

MATHEMATICAL MODELING OF THE DYNAMICS OF POPULATIONS BASED ON SYSTEMS OF NONLINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS

Abstract. Assessment of the ecological state of a water body and forecasting its changes as a result of anthropogenic impact using improved mathematical models of the dynamics of phytoplankton populations in aquatic ecosystems based on a system of nonlinear differential equations. When modeling the dynamics of populations in aquatic ecosystems, systems of nonlinear differential equations are used, and the ecological state of water bodies is described by the phase portrait of oscillations. The solution of a system of nonlinear differential equations in modeling the dynamics of phytoplankton populations in an aquatic environment was carried out using approximate numerical methods using a system of recurrent equations. The integral ecological state of water bodies is estimated by calculating the Simpson and Shannon indices for the relative abundance of phytoplankton particles of each species.

Key words and phrases: phytoplankton, aquatic ecosystems, recurrent equations, population dynamics, phase portrait.

When assessing the complex impact of pollutants on the ecological state of a water body using a synergistic approach, it is necessary to take into account the impact on biological indicators, in particular, indicators of biomass and species composition of phytoplankton. It is impossible to assess the state of an ecosystem only by physicochemical parameters, since its main characteristic, the state of hydrobiota, is not taken into account. Analytical control is complicated by the synergistic effect of most chemical compounds. One of the important components of monitoring and control of water quality is a comprehensive assessment of the ecological status of surface water bodies subject to anthropogenic pollution. The reaction of hydrobiota depends not only

on individual physicochemical factors, but also on their interaction. Integral assessment of the biological usefulness of water as a habitat of biota, taking into account various manifestations of chemical interaction - additivity, synergism, antagonism, can be obtained using the biotesting method, which was used in environmental practices in many countries, when society realized the danger to human health toxic water pollution.

In a number of modern studies [1-6], the synergetic theory of managing complex natural-man-made systems is being developed, which can be used to assess the ecological state of water bodies. At the same time, the properties of the ecosystem, its synergistic characteristics are manifested in the interaction with environmental factors. Ecosystems meet the requirements for systems that are self-organizing: non-closure, instability, non-linearity, dynamic hierarchy. Therefore, ecosystem approaches should be considered from the point of view of a synergistic concept using a systematic approach to conduct a study of changes in their state [6]. The formalization of bifurcation processes in the biosphere is inextricably linked with an understanding of the synergistic patterns of the evolutionary development of biota. The reaction to the seemingly insignificant changes in the environment (appearance of pollutants, introductions, invasions, etc.) is characteristic primarily of the “living substance” of the biosphere: individuals, species, biocenoses. If the changes relate to certain boundary conditions that ensure the maintenance of the equilibrium of an ecosystem, then with time a significant restructuring of its structure and functioning is possible, up to the destruction of the ecosystem itself [6].

In [1] developed methodological approaches to assessing the ecological safety of ecosystems, based on the establishment of a comprehensive indicator of the degradation of environmental components, which allows the assessment of non-additive properties of multi-scale aquatic ecosystems. The analysis of the causes and limits of sustainability of complex ecosystems is carried out, which allows predicting their response to direct or

indirect human influence, as well as solving environmental management problems using a synergistic approach.

To assess the ecological status of water bodies using a synergistic approach, it is necessary to monitor the dynamics of populations of aquatic organisms, which will determine the phase portrait of oscillations of the dynamics of populations of aquatic organisms.

An improved mathematical model of the dynamics of phytoplankton populations in aquatic ecosystems based on the solution of a system of nonlinear differential equations by approximate numerical methods using a system of recurrent equations, which allows to take into account the synergistic interaction of pollutants.

References

1. Azarov S., Zadunaj O. Analysis of the stability of water bodies to the action of destabilizing factors. *Environmental safety and environmental management*. 2019. Vol. 26, № 2. P. 34-42.
 2. Wang S. L., Jin X. L., Huang Z. L., Cai G. Q. Break-out of dynamic balance of nonlinear ecosystems using first passage failure theory. *Nonlinear Dynamics*. 2015. Vol. 80, № 3. P. 1403-1411.
 3. Maystruk V., Abdella K. Modelling the Effects of Pollution on a Population and a Resource in a Polluted Environment. *ISRN Applied Mathematics*. 2011. Vol. 2011, P. 1–31.
 4. Tian D., Niu S., Pan Q., Ren T., Chen S., Bai Y., Han X. Nonlinear responses of ecosystem carbon fluxes and water use efficiency to nitrogen addition in Inner Mongolia grassland. *Functional Ecology*. 2016. Vol. 30, P. 490-499.
 5. Destania Y., Jaharuddin, Sianturi P. Stability Analysis of Plankton Ecosystem Model: Affected by Oxygen Deficit. *Applied Mathematical Sciences*. 2015. Vol. 81, № 9. P. 4043–4052.
 6. Destania Y., Jaharuddin, Sianturi P. Stability Analysis of Plankton Ecosystem Model: Affected by Oxygen Deficit. *Applied Mathematical Sciences*. 2015. Vol. 9, № 81. P. 4043–4052.
-

Mykola Mykhalenych*, Postgraduate
Igor Guran**, Ph. D.

*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine
e-mail: myhalenychmc@gmail.com

**Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine
e-mail: topology@franko.lviv.ua

DYNAMIC SCHEMES OF VORONOI

Abstract. We consider Voronoi's classical schemes, which describe the dynamics of the division of the territory of influence not only in the environment of financial distribution, but also the distribution of electricity for the backup supply of the city or the corporation on autonomous supply. We obtain results on the existence of various distributions not only of metrized spaces, but also an attempt to generalize in the model of non-Euclidean geometry.

Key words and phrases: Voronoi's cells, Voronoi's dynamic systems, sphere of influence in a cooperative game.

References

1. Tadeev V. O. Geometry. Vector-coordinate method: a two-level textbook for 9th grade secondary schools. Ternopil: Textbook - Bogdan, 2010. 496p. (in Ukrainian).
2. Tadeev V.O. Geometry. Measurement of polygons: a two-level textbook for 8th grade secondary schools / Ed. VI Mikhailovsky. Ternopil: Textbook - Bogdan, 2008. 368p. (in Ukrainian).
3. Chrysman M.L. Some methods and techniques for solving problems in mathematics: a textbook / ML Chrysman; transl. and edit. by T.S. Kudryk. Lviv: Publisher IE Chizhikov, 2015. 239p. (in Ukrainian).
4. Merzlyak A. G., Polonsky V. B., Anchor M. S. Geometry: Textbook for 9kl. schools with in-depth study of mathematics. Kharkiv: Gymnasium, 2010. 272p. (in Ukrainian).
5. Bokalo B. M., Guran I. J., Zarichny M. M. Collection of problems from the course of differential geometry and topology. Lviv, 1993. 73p. (in Ukrainian).
6. Preparata F., Shamos M. Computational Geometry: An introduction. Berlin: Springer. 475p.

Volodymyr Mykhalevych*, Dr. Sc.

Oksana Tiytiynnyk**, Ph. D.

Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

*e-mail: mykhalevych@vntu.edu.ua

**e-mail: tutunnik.oksana@gmail.com

INTERCOMPARISON THE MODELS DAMAGE SUMMATION HEREDITARY TYPE

Abstract. Models of summation of damages of the hereditary type are considered. Various versions of tensor models of long-term strength and equivalent plastic strain to fracture are compared, as well as the conditions for their degeneration into scalar ones. The formal identity of the constitutive relations is noted accurate to the physical essence of the described processes.

Key words and phrases: damage summation theory, models of the hereditary type, long-term strength, equivalent plastic strain to fracture, superplasticity.

О. Ільюшин розробив математичні основи тензорної теорії тривалої міцності та запропонував визначальні співвідношення для девіаторної P_{ij} та кульової P частин тезора пошкоджень [1]

$$P_{ij}(t) = \int_0^t \varphi_1(t-\tau) \cdot s_{ij}(\tau) \cdot d\tau \quad (1)$$

$$P(t) = \int_0^t \varphi_2(t-\tau) \cdot \sigma(\tau) \cdot d\tau \quad (2)$$

де t, τ - час; $s_{ij} = \sigma_{ij} - \sigma \cdot \delta_{ij}$ - девіатор тензора напружень σ_{ij} ; $\sigma = \frac{1}{3} \cdot \sigma_{ii}$ - середнє напруження; φ_1, φ_2 - ядра спадковості, що є матеріальними функціями.

Міру пошкоджень запропоновано у вигляді загальної квадратичної залежності

$$M(P) = c_1 \cdot P + c_2 \cdot P^2 + c_3 \cdot P_i^2, \quad 0 \leq M \leq 1, \quad (3)$$

де $P_i^2 = P_{ij} \cdot P_{ij}$ - другий інваріант девіатора пошкоджень.

В [4] запропоновано варіант теорії тривалої міцності, що зводиться до представлення пошкодження марочастинки матеріалу у вигляді девіатора пошкоджень ψ_{ij} та базується на визначальному співвідношенні

$$\psi_{ij}(t) = \int_0^t \varphi(t-\tau) \cdot \sigma_i(\tau) \cdot \gamma_{ij}(\tau) \cdot d\tau \quad (4)$$

де $\sigma_i = \sqrt{\frac{3}{2} \cdot s_{ij} \cdot s_{ij}}$ - інтенсивність напружень; $\gamma_{ij} = \sqrt{\frac{3}{2}} \cdot \frac{s_{ij}}{\sigma_i}$ - напрямний тензор напружень; φ - ядро спадковості, що визначається на основі поверхні тривалої міцності матеріалу при стаціонарному навантаженні

$$t_{fs} = t_{fs}(\sigma_i, \eta, \nu), \quad (5)$$

де t_{fs} - час до руйнування; η - інваріантний безрозмірний показник напруженого стану

$$\eta = \frac{\sigma_{ii}}{\sigma_i}; \quad (6)$$

ν - деякий інваріантний безрозмірний показник напруженого стану, що враховує третій інваріант тензора γ_{ij} .

В цьому випадку квадратична міра пошкоджень набуває вигляду

$$M(\psi_{ij}) = \psi_{ij} \cdot \psi_{ij}, \quad 0 \leq M \leq 1. \quad (7)$$

В [5] запропоновано та досліджено варіант теорії підсумовування пошкоджень, що базується на визначальному співвідношенні

$$\psi_{ij}(t) = \int_0^t \varphi(t-\tau) \cdot \dot{\varepsilon}_i(\tau) \cdot \beta_{ij}(\tau) \cdot d\tau, \quad (8)$$

де $\dot{\varepsilon}_i = \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \dot{\varepsilon}_{ij} \cdot \dot{\varepsilon}_{ij}}$ - інтенсивність швидкості деформації; $\dot{\varepsilon}_{ij}$ - тензор-девіатор швидкостей деформацій; $\beta_{ij} = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \frac{\dot{\varepsilon}_{ij}}{\dot{\varepsilon}_i}$ - напрямний тензор швидкостей деформацій; φ - ядро спадковості, що визначається на основі поверхні граничних деформацій матеріала при стаціонарному навантаженні

$$\bar{\varepsilon}_{fs} = \bar{\varepsilon}_{fs}(\dot{\varepsilon}_i, \eta, \nu), \quad (9)$$

де $\bar{\varepsilon}_{fs}$ - гранична накопичена пластична деформація до руйнування

$$\bar{\varepsilon}_{fs} = \bar{\varepsilon}(t_{fs}), \quad (10)$$

$$\bar{\varepsilon}(t) = \int_0^t \dot{\varepsilon}_i(\tau) \cdot d\tau. \quad (11)$$

Стосовно до процесів простого навантаження $\gamma_{ij}(t) = \gamma_{ij}^* = \text{const}$, або простого деформування $\beta_{ij}(t) = \beta_{ij}^* = \text{const}$, тензорні визначальні співвідношення (4), вироджуються в однотипні скалярні представлення, що можуть бути записані у вигляді

$$\psi(t) = \int_0^t \varphi(t-\tau) \cdot \sigma_i(\tau) \cdot d\tau, \quad 0 \leq \psi(t) < 1, \quad t \in [0, t_f), \quad (12)$$

$$\psi(t) = \int_0^t \varphi(t-\tau) \cdot \dot{\varepsilon}_i(\tau) \cdot d\tau, \quad 0 \leq \psi(t) < 1, \quad t \in [0, t_f). \quad (13)$$

За одного й того самого закону зміни інтенсивності напружень або інтенсивності швидкості деформацій з моделей (12), (13) випливають тотожні критеріальні співвідношення. Проте ці співвідношення описують суттєво різні процеси. Модель (13) у порівнянні з (12) виявилася значно цікавішою, в зв'язку з геометричним змістом інтеграла по часу від інтенсивності швидкості деформації (11). Саме завдяки цьому з'явилась можливість побудувати модель витрачання

ресурсу спортсмена, що долає дистанцію та сформулювати і дослідити низку оригінальних оптимізаційних задач, зокрема [3].

Застосування теорії інтегральних рівнянь надало можливість винайти закони зміни інтенсивності швидкості деформації, що відповідають переходу матеріала в стан надпластичності [2].

References

1. П'юшин А. А. Об одной теории длител'ной прочности. *Mechanika tverdogo tela*. 1967, №13. P. 21–25.
2. Kraievskiy V., Mykhalevych V., Sawicki D., Ostapenko O. Modeling of the materials superplasticity based on damage summation theory // *Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments*, (2018) 108084S (1 October 2018); doi: 10.1117/12.2501489.
3. Kraievskiy V.O., Mykhalevych V. M. Optyimizatsiia shvydkisnoho rezhymu bahatostupenevoho hariachoho deformuvannya pry odnakovii tryvalosti stupeniv. *Visnyk Donetskoho natsionalnoho universytetu. Ser. A: Pryrodnychi nauky*. 2015. № 1-2. P. 46–52.
4. Mikhalevich V. M. Tensor models of rupture strength. Report no. 1. Steady loading of initially isotropic and anisotropic bodies. 1995. Vol. 27 (8). P. 482-492.
5. Mikhalevich V. M. The model of ultimate strains during hot deformation. *Izvestia Akademii nauk SSSR. Metally*. 1991. № 5. P. 89-95.

Roman Mysiuk*, Postgraduate
Volodymyr Yuzevych**, Dr. Sc.

* Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine
e-mail: mysyukr@ukr.net

**Karpenko Physico-mechanical Institute of the NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine
e-mail: yuzevych@ukr.net

DIANOSIS OF CORROSION FATIGUE IN UNDEGROUND METAL CONSTRUCTIONS USING GENETIC ALGORITHMS

Abstract. A cyber-physical system of searching corrosion in underground metal constructions that realizes the collection and analysis of information using genetic algorithms are considered. There are investigate possible solution to diagnos of corrosion fatigue integrated with this system.

Key words and phrases: modeling, genetic algorithm, underground metal constructions, corrosion fatigue, quality criterion, cyber-physical system.

Over the years, under the influence of external and internal factors such as soil moisture and constant mechanical stress in the cracks are formed, which adversely affect the operation of the system as a whole. Today an important task is to monitor the technical condition of underground metal constructions.

A system for collecting and searching for defect information was modeled. In addition, such a system should take into account the genetic algorithm to model informative electrophysical parameters for underground metal constructions. The analysis of such complex systems requires considering many factors for further modeling of such systems. It is important to take into account the set of energy and kinetic parameters. It should also be borne in mind that the relevance of this type of research is also due to the fact that during the development of a diagnostic algorithm for underground metal constructions need to select test informative parameters for the relevant cyber physical system.

The quality criterion for the rate of propagation of the corrosion crack (CC) can be given in the form of a formula [6]:

$$Z_1 = \beta_1 k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 + \beta_2 \prod_{i=4}^9 k_i, \quad Z_1(V_C) \Rightarrow \text{opt}, \quad (1)$$

where k_1 is the coefficient of the level of reliability of the rate of propagation V_C of the corrosion defect in the metal; k_2 is coefficient of level of reliability and accuracy of the sensor for measurement: polarization potential U_p ; k_3 is the coefficient of the level of reliability of electric currents I , determined using a non-contact current meter (NCM); $k_4, k_5, k_6, k_7, k_8, k_9$ – coefficients that characterize the method of information processing using the mechanics of fracture; β_1, β_2 – weighting factors (approximately $\beta_1 = \beta_2 = 0,5$). More details about the parameters that appear in formula (1) are given in the articles [2, 4].

Consider the function $T_G(D_f, n_Z, N_C, \sigma_{ve}, k_C)$ – is a resource, in other words a term

T_G trouble-free operation of a metalwork taking into account number of cycles N_C (corrosion fatigue of the metal). In the described function, D_f is the defect characteristic of surface layers of metal ($k_4 \sim D_f$); n_Z – is metal hardening parameter ($k_5 \sim n_Z$); $\sigma_{ve}(N_C)$ is a limit of corrosion fatigue of metal ($k_6 \sim \sigma_{ve}(N_C)$); k_C is a complex coefficient of aggressiveness of the environment in which the metal construction is located ($k_7 \sim k_C$); ($k_8 \sim N_C$); σ_s is tensile strength of steel ($k_9 \sim \sigma_s$). Function T_G introduced in the same way as in the work [6].

For T_G formulate an optimization problem:

$$T_G(\delta D_f, \delta n_Z, \delta N_C, \delta \sigma_{ve}, \delta k_C, \delta \sigma_s) \Rightarrow \min \quad (2)$$

in case of fulfillment of the set restrictions for normalized (dimensionless) deviations of parameters:

$$\delta D_f \leq \delta D_{fm}; \delta n_Z \leq \delta n_{Zm}; \delta N_C \leq \delta N_{Cm}, \delta \sigma_{ve} \leq \delta \sigma_{vem}, \delta k_C \leq \delta k_{Cm}, \delta \sigma_s \leq \delta \sigma_{sm}, \quad (3)$$

where δD_{fm} ; δn_{Zm} ; δN_{Cm} , $\delta \sigma_{vem}$, δk_{Cm} , $\delta \sigma_{sm}$ – are given normalized deviations of the corresponding parameters.

To control the physico-chemical processes in underground metal constructions, taking into account the corrosion fatigue of the metal, it is necessary to supplement criterion (1) with tasks (2) and (3). To solve the problem (1) – (3) use the approach of genetic algorithms

After collecting the initial data by measuring devices from different parts of the metal constructions, the data is stored in a database. The number of investigated areas can be several and it is important to quickly search for corrosion in metals. The next step is to apply a genetic algorithm to calculate the parameters of a particular system for further analysis of damage. A genetic algorithm is often used to solve optimization problems. This approach is becoming more popular for solving applied problems. In this case, in comparison with neural networks, such an approach has a number of advantages

for the task, such as efficiency and speed. The search strategy in such algorithms is based on calculating and comparing the values of some objective functions.

From the statistical data [3] we can conclude that the most acceptable for most tasks for the selection of parameters and assessment of the technical condition of underground metal constructions is a genetic algorithm. To solve unconditional optimizations, it is suggested to use an integer genetic algorithm [1]. The following stages of the genetic algorithm should be considered for specified task: creation of the initial population, evaluation of population members, repetition of operations to fulfill the criterion of stopping the algorithm, selection of individuals from the current population (selection), crossing and/or mutation, calculation of the matching function for all persons and formation of a new generation [5]. As a result of the proposed approach, the possibility of applying a genetic algorithm for corrosion fatigue in metal constructions was investigated.

References

1. Ashlock D. *Evolutionary Computation for Modeling and Optimization*. New York: Springer, 2006. 572 p.
2. Dzhala R., Yuzevych. V., Melnyk M. Modeling of adsorption bonds and their influence on the informative parameters of the metal-electrolyte boundary // *Journal of Lviv Polytechnik National University. Computer Science and Information Technologies*. 2015. № 826. P. 185–190. (in Ukrainian)
3. Gas Pipeline Incidents. *9th Report of the European Gas Pipeline Incident Data Group*. 2017. <https://www.egig.eu/>
4. Kryzhanivskyi E., Hrabovskyy R., Fedorovych I., Barba R. Estimation of control kinetics of elements of use of the operated gas pipeline. *Physicochemical Mechanics of Materials*. 2015. Vol. 51, № 1. P. 13-19. (in Ukrainian)
5. McCall J. Genetic algorithms for modelling and optimization. *Journal of Computational and Applied Mathematics*. Vol. 184, № 1, 2005, P. 205-222
6. Yuzevych. V., Horbonos, F., Rogalskyi, R., Yemchenko, I., and Yasinskyi, M. Determination of the Place Depressurization of Underground Pipelines in the Monitoring of Oil and Gas Enterprises. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*. 2020. № 9(1). P. 2274–2281

Oleksii Panasenko, Ph. D.

Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University,
Vinnytsia, Ukraine

e-mail: oleksii.panasenko@vspu.edu.ua

USING THE EM ALGORITHM FOR FITTING BAYESIAN NETWORKS WITH HIDDEN VARIABLES

Abstract. In this paper we review the main results of statistical modeling using Bayesian networks.

Key words and phrases: probabilistic graphical models, Bayesian network, EM algorithm, statistical modelling.

Байєсівські мережі, як різновид ймовірнісних графових моделей, є потужним інструментом для моделювання складних процесів. Особливість такого моделювання полягає у поєднанні суб'єктивної експертної думки щодо досліджуваного процесу із наявними спостережуваними даними, а також виявленні причинно-наслідкових зв'язків між подіями, які пов'язані із досліджуваним процесом. Теоретичний апарат байєсівських мереж був розроблений у 80-х роках ХХ століття Джудю Перлом[1].

Байєсівська мережа (інша назва – ймовірнісна орієнтована ациклічна графова модель) представляє собою набір випадкових величин та їхніх умовних ймовірностей, які представляються у вигляді орієнтованого ациклічного графу. Вершини цього графу є представленням випадкових величин, а ребра виражають залежності між ними. Вершинами графу можуть бути як результати спостережень або вимірювань, так і приховані змінні. Кожна вершина пов'язується із набором розподілів ймовірностей, а саме умовною ймовірністю значень відповідної цьому вузлу випадкової величини залежно від її «батьків». Якщо $X = (X_1, X_2, \dots, X_N)$ – множина вершин байєсівської мережі, то спільна ймовірність факторизується в добуток умовних ймовірностей: $P(X) = \prod_{i=1}^N P(X_i | Parents(X_i))$.

За наявності даних, які виражають реалізацію байєсівської мережі (тобто набору значень, яких одночасно набули розглядувані випадкові величини), можна скоригувати розподіли умовних ймовірностей у такий спосіб, щоб побудована модель максимально відповідала вказаним спостереженням (цей процес прийнято називати «навчанням» моделі).

У випадку, коли значення усіх випадкових величин є відомими, перерахунок параметрів моделі можна здійснити за методом максимальної правдоподібності. При цьому $P(X_i = k | Parents(X_i) = j)$ виражає емпіричну частоту набуття випадковою величиною значення k за умови, що «батьки» X_i набули значення j (див., наприклад, [2]).

Разом з тим типовою є ситуація, коли відсутні деякі значення випадкових величин або ж байєсівська мережа містить приховані змінні, які не можуть бути виміряні емпірично, а, навпаки, виводяться із вимірювань.

Метод максимальної правдоподібності у такому випадку значно ускладнюється, оскільки значення функції правдоподібності скоріше за все буде неможливо обчислити. Припустимо, що X – це вектор тих даних, які можемо виміряти (значення яких є відомими), а Y – вектор пропущених даних (або прихованих змінних). Ми не можемо виучити нові значення параметрів моделі Θ шляхом максимізації функції правдоподібності $P(X, Y; \Theta)$ відносно Θ . Логічно припустити, що слід максимізувати функцію правдоподібності для спостережуваних даних $P(X; \Theta)$. Але і обчислення $P(X; \Theta)$ також може виявитись технічно неможливим. Справді, оскільки $P(X; \Theta) = \sum_Y P(X, Y; \Theta)$, то кількість доданків в правій частині останньої рівності може бути дуже великою (вона є добутком кількостей усіх можливих станів для кожної випадкової

величини з Y). Таким чином, складність обчислень росте експоненційно швидко із збільшенням кількостей компонентів у прихованих даних Y .

Реалізації методу максимальної правдоподібності у випадку пропущених даних може допомогти EM-алгоритм. Це ітеративний алгоритм, який містить два кроки. У випадку його застосування до байєсівських мереж на E-кроці для кожної вершини X_i обчислюються умовні спільні ймовірності вершини та її батьків за умови відомих значень інших випадкових величин мережі. Це обчислення базується на алгоритмі поширення обґрунтованості (propagation of evidence) спостережуваних даних на дереві з'єднань (junction tree) байєсівської мережі. Застосування цього алгоритму до байєсівських мереж із пропущеними даними було описано і обґрунтовано в роботі [4]. Це дозволяє змодельовати очікувані значення невідомих випадкових величин. Тоді можливим стає M-крок, на якому відбувається перерахунок параметрів моделі за методом максимальної правдоподібності, як для випадку повних даних. Далі алгоритм знову повертається до E-кроку і т.д.

Зазначимо, що розробляються бібліотеки мовою програмування Python, в яких реалізовано ефективні алгоритми для перерахунку параметрів байєсівської мережі у випадку наявності повних реальних даних (наприклад, *pomegranate*[3]). При цьому роль апріорних суджень про початкові умовні розподіли ймовірностей можна визначати алгоритмами семплювання (генерування) даних, доповнюючи тим самим спостережувані дані.

Підсумовуючи, зазначимо, що ймовірнісні графові моделі є відносно новим і сучасним інструментом для розв'язування задач математичного моделювання. Такого виду моделювання може провадитись, зокрема, у фінансовій сфері при оцінці операційних ризиків, страховому бізнесі для оцінки ймовірності настання страхового випадку тощо. У байєсівські мережі, як математичні моделі,

зкладаються експертні апріорні відомості про природу досліджуваного процесу. Але наявність навіть неповних даних дозволяє їх вдосконалювати, використовуючи сучасні алгоритми та інструментарій машинного навчання і систем штучного інтелекту.

References

1. Pearl J. Probabilistic reasoning in intelligent systems: networks of plausible inference. –Morgan Kaufmann, 1988. – 552 p.
2. Tembo S. R. A tutorial on the EM algorithm for Bayesian networks: application to self-diagnosis of GPON-FTTH networks / Tembo S. R., Vaton S., Courant J.-L., Gosselin S. // IWCMC 2016 : 12th International Wireless Communications & Mobile Computing Conference, Sep 2016, Paphos, Cyprus. – P. 369 – 376.
3. <https://pomegranate.readthedocs.io/en/latest/BayesianNetwork.html>
4. Madsen A. L. Lazy propagation: a junction tree inference algorithm based on lazy evaluation / A. L. Madsen, F. V. Jensen // Artificial Intelligence, Vol. 113, 1999. – P. 203–245.

Natalia Sachaniuk-Kavets'ka*, Ph. D.

Anastasia Kavets'ka**, student

*Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: skn1901@gmail.com

**Vinnytsia National Medical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: ankavecka@gmail.com

OVERVIEW OF PROBLEMS AND PROBLEM STATEMENT OF CREATING INFORMATION SECURITIES IN ACCESS CONTROL SYSTEMS, USING THE UNIQUE CHARACTERISTICS OF OBJECTS

Abstract. The talk reviews the types of object identification, points out their advantages and disadvantages. The task is to create means of information protection in the logical-temporary environment of access control using the unique characteristics of objects.

Key words and phrases: identification, biometrics, Δ -interval, logic-time function, password.

With the advent and development of information technologies, the problem of information security, related to the preservation of the information confidentiality that is processed and stored in computer systems, became urgent [1]. Managing and delimiting

of access to information resources is one of the important aspects of information security. Methods and systems of information security based on access control perform such functions as: user authentication; identification and authentication of the user according to the account data; admission to certain conditions of work in accordance with the regulations.

There are three most common types of subject identification [2].

1) Password identification. The main advantage of the password identification is the simplicity of implementation with the use of a password-login twain. The main disadvantage of such identification is the dependence of its reliability on users, i.e. on their chosen passwords (so-called human factor).

2) Hardware identification, using keys, tokens or cards, which are in the exclusive use of identification subjects. The main advantage of such identification is its rather high reliability. However, the high cost of such devices, the likelihood of their theft in registered users, as well as the possibility of duplication reduces the curiosity to hardware identification.

3) Biometric identification [3], using the unique properties and features of a person, which are of two classes:

- static, which are based on the physiological unique characteristics of objects (fingerprint, face thermogram, palm, retinal, DNA, location of veins on the front side of the palm, etc.) that are practically unchanged with the lapse of time;

- dynamic, which are based on the behavioural characteristics of subjects, that is built on features characteristic of subconscious movements in the process of reproduction of any action (by handwriting, by keyboard, by voice, etc.). The main advantage of biometric technologies is the highest reliability, and the main disadvantage is the cost of the equipment.

In the context of modern information technologies of information security, biometrics is an applied branch of knowledge that uses unique human features to create automated access systems.

All of these approaches to protecting access to information are fairly easy to implement in the logical-time environment, turning all the necessary parameters into logic-time functions (LTF) [4,5], which are of three functionally complete classes, closed with respect to Boolean operations, a special operation of unequal subtraction and differentiation. For example, an elementary LTF of the first class, this takes a constant value between two zeros:

$$f(t, t_1, T_1) = \begin{cases} t - t_1, & \text{if } t_1 < t \leq t_1 + T_1 \\ 0, & \text{if } t_1 + T_1 < t \leq t_1, \end{cases} \quad (1)$$

where t – the current value of the time parameter, t_1 – the time coordinate, T_1 – the length of the interval of existence.

LTFs are considered on a time interval $[t_k, t_{k+1}]$ sampled by means of Δ -interval (Δ -sampling) of time (minimum time interval, length \otimes_i), $\Delta_i = t_{i+1} - (t_i + T_i)$ between two time coordinates of the LTF. The operation of the unequal subtraction ($|k|$), which is based on Δ -sampling, is defined as follows:

$$f_1(t, t_{11}, T_{11}, a_1) |k| f_2(t, t_{21}, T_{21}, a_2) = \{(t - (t_1 + i\Delta_i)) \cdot |a_{i1} - a_{i2}|, t_1 = \min(t_{11}, t_{21})\}, (2)$$

where t_{11}, t_{21} – time coordinates of variables,

T_{11} and T_{21} – the duration of the existence segments of the first and second functions, a_1 and a_2 – the corresponding amplitudes,

i – number of Δ -intervals in the selected interval of time,

Δ_i – duration of Δ -interval,

a_{i1}, a_{i2} - the corresponding amplitudes on – i -th Δ -interval.

The result of this operation will be the LTF, which can be called unequal difference.

References

1. Rusyn B.P., Varets'kyi YA.YU. Biometrychna autentifikatsiya ta kryptohrafichnyy zakhyst. L'viv: Kolo, 2010. 287 p.
 2. Akhramovych V. M. Identifikatsiya y autentifikatsiya, keruvannya dostupom // *Suchas. zakhyst informatsiyi*. 2016. №4. P. 47-51.
 3. Hnidets' T. YA. Biometriya: syl'ni ta slabki storony // *Naukovyy visnyk L'vivs'koho derzhavnoho universytetu vnutrishnikh sprav*. 2014. №2. P. 273–282.
 4. Sachaniuk-Kavets'ka N.V., Kozhemiako V.P. Elementy oko-protsesomoyi obrobky zobrazen' u lohiko-chasovomu seredovyschi. Monohrafiya. Universum-Vinnytsya, 2004. 135 p.
 5. Sachanyuk-Kavets'ka N. V., Bondarenko I.O. Identifikatsiya sub'yektiv v systemakh kontrolyu dostupu za dopomohoyu identifikatsiynoyi lohiko-chasovoyi funktsiyi, yak efektyvnyy metod kompleksnoho zakhystu informatsiyi // *Optyko-elektronni informatsiyno-enerhetychni tekhnolohiyi*. –2018. – №1(35). – P. 14-23.
-

Victor Shchyrba*, Ph.D.
Olesya Furtel**

*Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, Kamianets-Podilskyi,
Ukraine
e-mail: victor.shchyrba@gmail.com

**Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, Kamianets-Podilskyi,
Ukraine
e-mail: lesya.shchyrba@gmail.com

USE OF MODERN COMPUTER TECHNOLOGIES IN THE STUDY OF COMPLEX PROCESSES

Abstract. We consider the problem of using modern computer technology in the study of complex physical processes, which by means of mathematical physics are modeled into an optimization mathematical model. By linearization methods, the problem is reduced to the problem of linear programming of large dimension, which leads to the use of the internal point method. Given the sparseness of the data, there is a problem of conducting matrix-vector operations with them.

Keywords and phrases: modeling of complex systems, internal point method, sparse data.

Сьогодні розвиток фізичного пізнання охоплює все нові і нові сфери дійсності. Зрозуміло, цей процес не позбавлений численних проблемних аспектів, пов'язаних, зокрема, з можливістю використання сучасних комп'ютерних технологій у дослідженні фізичних процесів. Чисельні перешкоди на шляху експериментальних досліджень фізичних процесів зумовили заговорити про їх складність. У зв'язку з цим все частіше обговорюється спеціальна тема – фізика складних систем.

Незважаючи на інтуїтивну зрозумілість та велику важливість цього терміну для наукових досліджень, донині не існує загальноприйнятого його визначення. Будемо розрізняти прості, складні та дуже складні системи, виходячи з технологій їх дослідження.

Ознакою складності при використанні комп'ютерних технологій у дослідженні складних фізичних динамічних процесів доцільно вважати об'єм

затрат на проведення обчислювальної роботи, так би мовити алгоритмічна складність. Іноді алгоритм проведення розрахунків є не складним, але кількість невідомих (параметрів) у математичній моделі може сягати десятків тисяч або й більше. Тоді для швидкого розв'язку задачі доцільно вибирати більш прискорені алгоритми.

Досить часто при дослідженні прикладних фізичних задач комп'ютерними методами посередником виступає математична фізика. Не секрет, що сама назва цього розділу науки психологічно насторожує студентів як математиків, так і фізиків, не говорячи уже про студентів спеціальності комп'ютерні науки, які, у багатьох випадках, “недолюблюють” як математику, так і фізику, тобто математична фізика, як з'єднувальна ланка між фізикою і математикою, психологічно важко сприймається студентами як математиками, так і фізиками. Ця напруга спричиняється різними підходами до вивчення одних і тих же речей. Наприклад, аналізуючи рівняння $v = \frac{ds}{dt}$, фізики бачать у ньому рівнянням миттєвої швидкості, а математики – диференціальне рівняння.

Одним із важливих прикладів практичного застосування математичних моделей дифузійних процесів може служити задача прогнозування екологічного забруднення річки шкідливими викидами, що потрапляють в неї з навколишніх підприємств. За її допомогою служби екологічного захисту можуть виявляти джерела викидів, що перевищують допустимі граничні норми, та спрогнозувати оптимальні дії на покращення екологічної обстановки. Детальну процедуру побудови робочої моделі відображено, наприклад, в [1].

Одним словом, маємо деяку досить просту математичну модель динамічного процесу. Оскільки точний розв'язок такої задачі знайти неможливо, то використовують традиційний наближений методом скінчених різниць, який перетворює математичну модель у систему лінійних алгебраїчних рівнянь, методів

розв'язання якої є чимало. Може виникнути думка, що комп'ютерні технології розв'язання такої задачі не є складними. Разом з тим, як зазначено у [2], визначення концентрації лише у 15 точках вимагає розв'язання системи із 466 лінійних рівнянь, а у 30 точках – 844 рівнянь. Процес знаходження розв'язку традиційними методами може затягнутися на декілька годин.

Оскільки потрібно відшукати оптимальну траєкторію, то задача зводиться до задачі лінійного програмування, знову ж таки, дуже великої розмірності, найкращим алгоритмом знаходження розв'язку тоді постає, так званий, метод внутрішньої точки.

Не вдаючись в опис його особливостей, зазначимо, що ітераційний алгоритм зводиться до ряду матрично-векторних операцій, у тому числі і розв'язання системи лінійних рівнянь, але її матриця буде симетричною. Отже, доцільніше скористатися методом квадратного кореня.

А головне, на що хотілося б звернути увагу це те, що одержана система із десятків тисяч лінійних рівнянь містить лише декілька змінних, які одночасно одночасно використовуються в обмеженнях, тобто не більше двох – трьох відсотків ненулевих коефіцієнтів. Одержали систему із, так званними, розрідженими даними. Її розв'язання потребує використання особливих методів обробки даних.

Враховуючи специфіку матрично-векторних операцій у методі внутрішньої точки, доцільно при роботі з розрідженими даними використовувати індексне кодування початкових даних.

References

1. Shchyrba O.V. Modeling of diffusion processes and its implementation by the internal point method / O.V. Shchyrba // Mathematical and computer modeling. Series: Technical Sciences: Coll. Science. works / VM Institute of Cybernetics Glushkova of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ivan Ogiienko Kamyans-Podilsky National University. - Kamenets-Podolsky: Kamenets-Podolsky National University named after Ivan Ogiienko, 2010. - Issue. 3. - 232 p. - P.213 - 222.

2. Shchyrba O.V. Research of the problem of solving the problem of diffusion process control / O.V. Shchyrba // Modern problems of mathematical modeling, forecasting and optimization: collection. Science. etc. based on the materials of the Fourth International Scientific Conference. - Kamenets-Podolsky: Kamenets-Podolsky National University named after Ivan Ogienko, 2010. - P.242 –247.

Svitlana Tkachenko*, Undergraduate
Sergiy Bak**, Dr. Sc.

*Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: tsvitjane@gmail.com

**Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: sergiy.bak@vspu.edu.ua

IMPLEMENTATION OF CYCLE-GAN MODEL FOR IMAGE TRANSFORMATION INTO IMAGE WITH ANIME STYLE

Abstract. We review the principle of CycleGAN modeling and describe the application of CycleGAN for the problem of images transformation into images with anime style.

Keywords and phrases: GAN, CNN, image-to-image translation, generator, discriminator, CycleGAN, PatchGAN.

Генеративно-змагальні мережі (*Generative Adversarial Networks, GANs*) є одним із підходів до генеративного моделювання з використанням методів глибинного навчання [2]. Однією із цікавих задач, які можна розв'язувати за допомогою GANs, є задача переведення одного зображення в інше. Тобто на основі одного зображення можна змінити зовнішній вигляд іншого, перейнявши деякі ознаки першого: перетворити день у ніч, змінити текстуру або навіть перетворити різні об'єкти одне в одного. Особливу увагу викликають задачі, де ми маємо справу з непарними даними, тобто такими, де зображення, які ми одне в одного перетворюємо зовсім не мають між собою ніякого прямого зв'язку. Розглянемо цю задачу в контексті задачі перетворення зображення жіночого обличчя на обличчя аніме-героїні (надання зображенню аніме-стилю) (рис. 1).



Рис. 1 Приклад очікуваного результату після здійснення перетворення (зліва – вхідне зображення, справа – результат)

Для розв'язання поставленого завдання будемо використовувати генеративно-змагальні мережі з умовою. А саме будемо реалізовувати модель *CycleGAN* [5]. Для нашої задачі архітектура *CycleGAN* виглядає наступним чином (рис. 3). Ми маємо дві вибірки [1]:

- **Вибірка 1:** зображення жіночих облич.
- **Вибірка 2:** зображення аніме-героїнь.

Ми будемо дві генеративно-змагальні мережі, кожна з яких матиме свій генератор та дискримінатор:

- **GAN 1:** надає зображенню жіночого обличчя аніме-стилю.
 - **Генератор 1 ($G_{1 \rightarrow 2}$):**
 - **Вхідні дані:** зображення з вибірки 1.
 - **Вихідні дані:** згенеровані зображення вибірки 2.
 - **Дискримінатор 1 (D_1):**
 - **Вхідні дані:** зображення з вибірки 2 і вихідні дані Генератора 1.
 - **Вихідні дані:** ймовірність того, що згенероване зображення належить до вибірки 2.
- **GAN 2:** перетворює зображення аніме-героїнь у реалістичні зображення людей.
 - **Генератор 2 ($G_{2 \rightarrow 1}$):**

- **Вхідні дані:** зображення з вибірки 2.
- **Вихідні дані:** згенеровані зображення вибірки 1.
- **Дискримінатор 2 (D_2):**
 - **Вхідні дані:** зображення з вибірки 1 і вихідні дані Генератора 2.
 - **Вихідні дані:** ймовірність того, що згенероване зображення належить до вибірки 1.

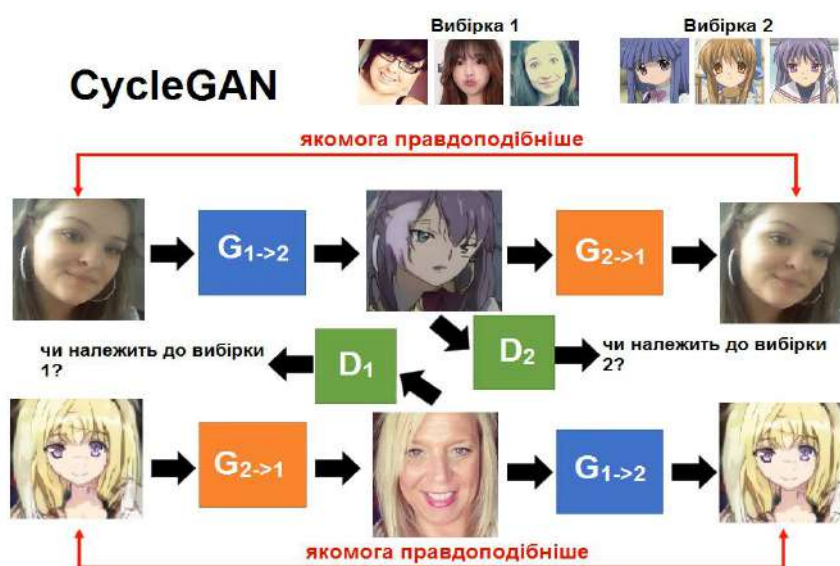


Рис. 3 Архітектура *CycleGAN* для задачі, що розглядається

Кожна *GAN* складається з двох моделей згорткових нейронних мереж: дискримінатора (*PatchGAN*) і генератора (енкодер-декодер) та тренується за тим же змагальним принципом, як і звичайний *GAN*, оптимізуючи ті самі функції втрат (*adversarial loss*). У такий спосіб моделі здатні згенерувати правдоподібні зображення цільової вибірки, однак при цьому ми не отримаємо переведення одного зображення в інше в прямому сенсі. Тому додатково ваги моделей оновлюються за допомогою так званого *cycle consistency loss*.

Таким чином, уже після тренування на 80 епохах (під час кожної з яких відбувалась одна повноцінна ітерація вздовж датасетів з вибіркою 1 і вибіркою 2;

одночасно під час одного проходження тренувалось 4 зразки; реалізація моделі була здійснена мовою *Python*) модель показує цілком правдоподібні результати (рис. 4).

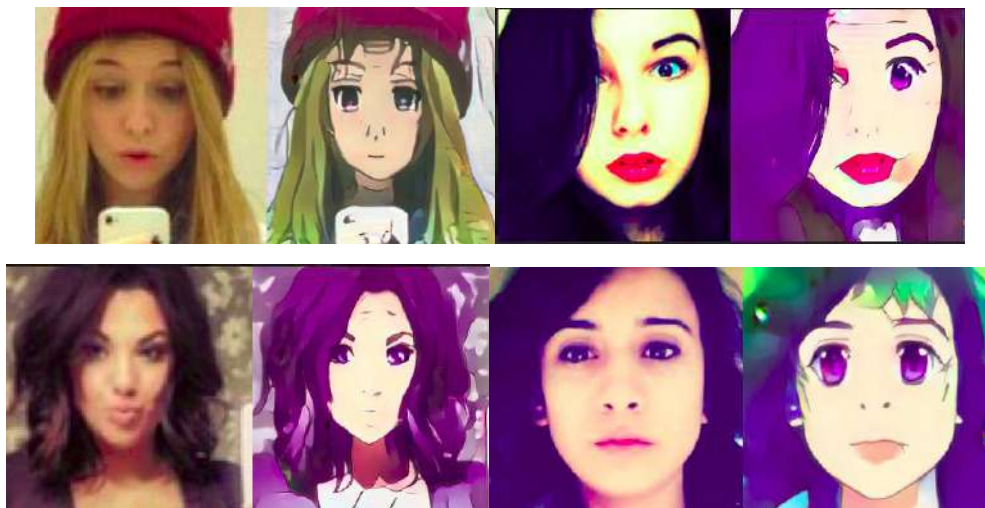


Рис. 4. Приклади отриманих результатів

Загалом прослідковується тенденція того, що з кожною новою епохою, результат стає більш прийнятним.

References

1. Arnaud Rougetet. Selfie2Anime dataset. 2019. URL: <https://bit.ly/3a9F70s>.
2. Goodfellow I., Pouget-Abadie J., Mirza M., Xu B., Warde-Farley D., Ozair S., Courville A., Bengio Y. Generative adversarial nets. In NIPS, 2014.
3. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep learning. MIT press, 2016. 787 p.
4. Brownlee J. Generative Adversarial Networks with Python. Deep Learning Generative Models for Image Synthesis and Image Translation. 2019. 637 p.
5. Zhu J.-Y., Park T., Isola P., Efros A. A. Unpaired image-to-image translation using cycleconsistent adversarial networks. In *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*. 2017. P. 2223-2232.

Oksana Yatsko, Ph. D.
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine
e-mail: verigao@ukr.net

APPLICATION OF DATA MINING IN THE FIELD OF BUSINESS

Abstract. The publication considers the methods of application of data mining technologies in the study of enterprise competitiveness in the market.

Key words and phrases: data mining, data mining, analysis, information, forecasting the competitiveness of the enterprise

В основу сучасної технології ІАД покладена концепція шаблонів, що відбивають фрагменти багатоаспектних взаємин у даних. Ці шаблони є закономірностями, властивими підвибіркам даних, які можуть бути компактно виражені у зрозумілій формі. Пошук шаблонів здійснюється методами, що не обмежені рамками апріорних припущень про структуру вибірки та види розподілів значень аналізованих показників [1, с. 393].

Більшість статистичних пакетів включають елементи ІАД, але основну увагу в них звертають на класичні методика – кореляційний, регресійний, факторний аналіз тощо. Недоліком таких систем є те, що користувачу треба володіти спеціальними копетентностями. Методи, які входять до складу таких пакетів є статистичні методи, головними об'єктами, яких є усереднені характеристики вибірки, які при дослідженні реальних виробничих ситуацій часто є фіктивними величинами» [2, с. 463]. Але, застосування методів статистики дають можливість застосовувати технології системного аналізу. Що дозволяють відібрати адекватні дані для аналітичного дослідження. Для подальшої обробки даних застосовуються методи ІАД та нестандартні підходи для виявлення закономірностей у зв'язках між даними. Безпосередньо для прогнозування конкурентоспроможності підприємства на ринку використовуються моделі авторегресії та байєсові мережі. Також для прогнозування економічних показників використовуються моделі авторегресії, а саме AR, ARIMA*ARIMAS, ARCH, GARCH. Авторегресійна функція об'єднується з іншими методами аналізу динаміки: ковзною (експоненційною) середньою, трендом, сезонною хвилею.

Байєсові мережі (БМ) використовуються для визначення причинно-наслідкових зв'язків при моделюванні процесів, що описуються великою кількістю факторів [3]. У зв'язку із цим їх використання у процесі прогнозування конкурентоспроможності є важливим і раціональним з точки зору побудови адекватних моделей, що мають хороші прогнозуючі характеристики. У випадку використання байєсових мереж оцінка прогнозу визначається відповідно до ймовірності її попадання у деякий інтервал, який визначається процедурою дискретизації вихідних даних. Існує можливість окремого прогнозування напрямку розвитку досліджуваного процесу за допомогою нелінійних моделей у формі байєсової регресії та множини індикаторів розвитку фінансових процесів. Цю функцію можна використовувати під час визначення попиту та пропозиції, купівлі або продажу товарів. Саме їх застосування спрямоване на розв'язання оптимізаційної задачі, де як критерій оптимальності розглядаються максимізація або оптимізація ключових параметрів, які визначають рівень конкурентоспроможності підприємства на ринку. Цільова функція, що відповідає заданому критерію, представляється у вигляді окремої задачі й на основі аналізу великих масивів даних описує достатньо точну функціональну інтерполяцію основних індикаторів, які визначають рівень конкурентоспроможності підприємства, подаючи функцію конкурентоспроможності у неявному вигляді, що відкриває нові можливості у розв'язуванні задачі визначення рівня її оптимальності.

Сучасні вимоги до використання ІАД до прогнозування конкурентоспроможності підприємства та з допомогою спеціальних методів дозволяють здійснити обробку великих, різномірних інформаційних масивів даних, отримані результати аналітичного оцінювання мають бути конкретні та зрозумілі для користувача. Тому використання технології ІАД в економічній

галузі, а саме конкурентоспроможності та її прогнозуванні є необхідністю. По-перше, спостерігається нетривалість пошуку шаблонів закономірностей розвитку взаємовідносин серед вибірки та структури даних (наприклад, виявлення особливостей розвитку конкурентних переваг підприємства на ринку, пріоритетність у виборі певних груп покупців одних і тих самих продуктів різних фірм, реакції покупця на спеціальні акційні пропозиції, рівень впливу зовнішніх збурень на показники соціально-економічного розвитку підприємства тощо); по-друге, застосовується технічна обробка даних. Зазначене сприяє отриманню об'єктивних прогнозних результатів. Але, технологія інтелектуального аналізу, як і будь-який метод пізнання, має низку недоліків, серед яких потреба великого набору вхідних даних для успішного навчання; формування моделі у прихованій формі («чорна скринька»); значний відсоток помилкових результатів; високі вимоги до кваліфікації та досвіду користувачів тощо. [4, с.57-58].

Навіть враховуючи існуючі переваги ІАД над їх недоліками українські підприємства майже не використовують у своїй діяльності методи інтелектуального аналізу даних у прогнозуванні рівня конкурентоспроможності, лише частково використовують програмні пакети для прогнозування окремих соціально-економічних показників, що визначають цей рівень. Зазвичай підприємства надають перевагу спеціальним статистичним пакетам даних та аналітичних систем, набули поширення SWOT-аналіз, метод дерева рішень, системи комплексної автоматизації процесів на підприємстві тощо. Але, у сучасних умовах ІАД представляє велику цінність для керівників і аналітиків у їх повсякденній діяльності, тому що дозволяють отримати відчутні переваги в конкурентній боротьбі.

References

1. Plyashenko K. Information methods of intellectual analysis of data / K. Plyashenko // Economic analysis. –2010. –Issue7. -WITH. 390-392.

2. Paklin, NB Business analytics: from data to knowledge / NB Paklin, VI Oreshkov. – SPb. : Peter, 2009. – 624 p.
 3. Romanova Yu. D. Information technologies in management (management): textbook and workshop for academic bachelor / under the general. ed. D. Yu. Romanova. –M: Yurayt Publishing House, 2015. – 478p. - [Electronic resource] .– Access mode: https://stud.com.ua/62442/menedzhment/intelektualniy_analiz_daniv.
 4. Chornous G. Optimization of pricing based on models of data mining / G. Chornous, S. Rybalchenko // Bulletin of the Taras Shevchenko National University of Kyiv. –2015 –No7 (172). -WITH. 52-58.
-
-

Volodymyr Yuzevych, Dr. Sc.

Karpenko Phisico-Mechanical Intitute of the National Academy of Sciences of Ukraine,
Lviv, Ukraine
e-mail: yuzevych@ukr.net

QUALITY CONTROL OF UNDERGROUND PIPELINES TAKING INTO ACCOUNT THE DEVELOPMENT OF CORROSION CRACKS UNDER LOAD

Abstract. We consider a section of steel underground pipeline (UP) with surface corrosion defects in the soil electrolyte. UP is under cathodic protection. A stream of natural gas passes inside the pipe under pressure. The quality criterion and the structure of the optimization problem are formulated, which allow to predict the development of corrosion fracture cracks under load on the outer cathodically protected surface of the deformed underground pipeline.

Key words and phrases: underground metal pipeline, technical conditions, optimization algorithm, quality criterion, neural network, decision-marking system.

Underground metal pipelines (UMP) operate under cathodic protection and are exposed to soil electrolytes and tensile stresses. As a result, corrosion defects appear at the interface between the metal and the aggressive soil environment. It is necessary to analyze the interfacial layers around the surface of UMP and control the level of corrosion attenuation and electrolytic flooding of the pipeline wall at different modes of cathodic protection. However, systematic studies on the influence of cathodic protection

regimes on the procedure of corrosion cracking under load have not been conducted so far.

Conceptual formulation of the task. Consider a section of structural steel pipe. There is soil outside the pipe. The pipe and the soil electrolyte are modeled with continuous media. UMP is in terms of cathodic protection. A stream of natural gas passes inside the pipe. Contact of metal with the soil electrolyte leads to the appearance of surface corrosion defects (cracks, ulcers, pitting). The approaches of fracture mechanics are used and it is established that the process of interaction between the pipe and the soil is characterized by a certain phasing (periodicity), which is characterized by the emergence of surface corrosion-fatigue crack (pitting + crack) [1]. The crack develops and grows into a macrocrack with a threshold size c_{th} . due to electrochemical corrosion, activating mechanical pressure, the level of which at the top of the corrosion crack in the first stage reaches the threshold value of the load intensity factor K_{th} [1]. The main parameter characterizing the process of of plastic-viscous fracture of the pipeline is the ultimate (destructive) pressure P_F , which is determined on the basis of either full-scale tests of pipes made of corrosion-mechanical defects, or by calculation based on analytical dependences of various types [1].

We apply the approaches of fracture mechanics of structural materials, electrochemistry, and qualimetry to the problem of selecting information about the phenomenon of corrosive wear of metal.

Quality criterion. Similarly to the article [2], we form a quality criterion for the current density of cathodic protection j_{CP} , which is represented by the relation:

$$Z_1 = \beta_1 k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 + \beta_2 \prod_{i=4}^9 k_i, \quad Z_1(j_{CP}) \Rightarrow \text{opt}, \quad (1)$$

where k_1 is the coefficient that characterizes the change in the current density of the cathodic protection j_{CP} ; k_2 is the coefficient of the level of reliability of the sensor for

determining the limiting current density for oxygen j_{LM} ; k_3 is the coefficient of the level of reliability and accuracy of the sensor for measuring: polarization potential U_p using the polarizing potential meter (PPM); $k_4, k_5, k_6, k_7, k_8, k_9$ – coefficients that characterize the method of information processing using fracture mechanics and electrochemistry, in particular: $k_4 = k_C = \Delta K_C / \Delta K_R$ – values of the amplitude of stress intensity coefficients, which correspond to the crack growth rate in the medium (ΔK_C) and in the air (ΔK_R); k_5 – limit pressure P_F ; k_6 – yield strength σ_T ; k_7 – strength limits σ_S ; k_8 – overvoltage of the metal dissolution reaction η ; k_9 – criterion ratio $\xi = j_{KZ} / j_{LM}$ (j_{KZ} – cathodic protection current density; j_{LM} – limiting current density for oxygen); β_1, β_2 – weighting factors. Information on the parameters that appear in formula (1) is given in articles [1–3]. In the first approximation we accept $\beta_1 = \beta_2 = 0,5$ according to the results of the expert approach.

Consider the functional $T_G(D_f, n_Z, N_C, \sigma_{ve}, \xi, \eta, \psi)$ – resource, i. e. period T_G of trouble-free operation of the metal construction, taking into account the number of cycles of N_C (i. e. corrosion fatigue of the metal). Here D_f – is the defectiveness of surface layers of metal; n_Z – metal hardening parameter; $\sigma_{ve}(N_C)$ – the limit of corrosion fatigue of the metal; $\psi = (K_{max} - K_{zal}) / (g_F \times j_{KZ})$ – efficiency factor of cathodic protection current; K_{max} – maximum corrosion rate of steel without cathodic protection; K_{zal} – residual corrosion rate at a given cathodic protection mode; g_F is the electrochemical equivalent of iron.

The T_G functional is introduced in the same way as in [2]. For T_G we formulate an optimization problem:

$$T_G(\delta D_f, \delta n_Z, \delta N_C, \delta \sigma_{ve}, \delta \xi, \delta \eta, \delta \psi) \Rightarrow \min, \quad (2)$$

if the specified restrictions for normalized (dimensionless) deviations of parameters are fulfilled:

$$\delta D_f \leq \delta D_{fm}; \delta n_z \leq \delta n_{zm}; \delta N_C \leq \delta N_{Cm}, \delta \sigma_{ve} \leq \delta \sigma_{vem}, \delta \xi \leq \delta \xi_m, \delta \eta \leq \delta \eta_m, \delta \psi \leq \delta \psi_m. \quad (3)$$

Here δD_{fm} ; δn_{zm} ; δN_{Cm} , $\delta \sigma_{vem}$, $\delta \xi_m$, $\delta \eta_m$, $\delta \psi_m$ – given normalized limit deviations of parameters.

Problem (2), (3) is supplemented by criterion (1) and used to control physicochemical processes in underground metal constructions, taking into account the level of corrosion wear. To solve the problem (1)–(3) we use the neural network similarly [2, 4].

Conclusions. Information on the selection of informative parameters and the formation of quality criteria is presented. This information can be used to evaluation the level of corrosion wear and predict the occurrence of SCC (stress corrosion cracking) damages on the outer cathodically protected surface of deformed underground steel pipelines.

The quality criterion introduces additional limitations and allows to predict the appearance of SCC cracks on the outer cathodically protected surface of deformed underground steel pipelines.

References

1. Grabovskiy R. S. Estimation of resource possibilities of main gas pipelines with operational defects. *Exploration and development of oil and gas fields*. 2010. № 4(37). P. 71-82 (in Ukrainian).
2. Determination of the Place Depressurization of Underground Pipelines in the Monitoring of Oil and Gas Enterprises / V. Yuzevych, F. Horbonos, R. Rogalskyi, I. Yemchenko, M. Yasinskyi. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*. 2020. № 9(1). P. 2274–2281. DOI: <https://doi.org/10.35940/ijrte.a2941.059120>.
3. Khizhnyakov V. I., Negodin A. V., Kalinichenko V. S. Determination of the danger of formation and growth of corrosion and stress-corrosion defects based on the analysis of cathodic protection modes of main gas and oil pipelines. *Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Constructions*. 2018. Vol. 20. № 5. P. 128–139 (in Russian).
4. Dzhala R., Yuzevych V., Lozovan V. Corrosion modeling in defect on pipeline metal surface taking into account the seasonal change of temperature. *Physicochemical Mechanics of Materials*. 2020. Special Issue № 13. P. 275-279.

SECTION 3. CREATION OF EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE IN HIGHER EDUCATION. MONITORING OF THE QUALITY OF EDUCATION: TOOLS AND TECHNOLOGIES

Zlata Bondarenko*, Ph. D
Svitlana Kyrylashchuk**, Ph. D
Galyna Chernovolyk***, Ph. D

*Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: zlatikbond71@gmail.com

**Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: ksa0775@gmail.com

***Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: lina2433@gmail.com

IMPROVEMENT OF THE CONTENT OF MATHEMATICAL DISCIPLINES IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS FOR TRAINING OF FUTURE SPECIALISTS IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGY

Abstract. The article is devoted to highlighting the importance of mathematics education and ways to optimize the content of mathematics disciplines in higher education institutions needed to train future professionals in the field of information technology. One of the factors of successful training in the field of IT technologies is thorough mathematical training, which contributes to the formation of clear, logical and sound decisions in further professional activities, gives a high level of competitiveness, opens a wide range of interesting and complex projects and provides professional growth.

Key words: mathematical disciplines, fundamental knowledge, specialists in information technologies, programming, algorithm, subject branch, coding, logic.

Нині в усьому світі зростає попит на фахівців із інформаційних технологій (ІТ). Відображенням цього є збільшення числа навчальних закладів, що

здійснюють підготовку таких фахівців. Світ навколо нас безперервно змінюється, і також, кожен день змінюються технології, причому іноді настільки швидко, що набуте і засвоєне на сьогодні через рік вже може бути не актуальним. Але якщо проаналізувати детально, то можна побачити, що базові, фундаментальні знання, які використовуються в більшості сучасних технологій, з'явилися давно і практично не змінилися. Важливою умовою для досягнення поставлених задач у галузі ІТ є якісна математична освіта.

Аналізуючи підготовку програмістів у навчальних закладах країн Європи, Азії, Канади і США варто звернути увагу на те, що базова підготовка таких фахівців включає в себе достатню кількість математичних дисциплін. Вивчаючи веб-сайти навчальних закладів різних країн, присвячені підготовці програмістів різного профілю, а також навчальні плани та освітні програми можна відзначити присутність в їх змісті як теоретичної, так і практичної складової при вивченні математичних дисциплін.

Серед математичних дисциплін, які необхідно знати програмісту, фахівці виділяють такі.

1) *Математичний аналіз* – основа всіх математичних моделей інформаційних систем.

2) *Алгебра (вища)* застосовується у вигляді теорії груп, якщо потрібно провести дії з групами обертань або рухів простору, або у вигляді кінцевих груп, полів, де вона стикається з теорією чисел.

3) *Аналітична геометрія* пов'язана з комп'ютерною графікою, комп'ютерною геометрією, моделюванням у 3D.

4) *Лінійна алгебра і геометрія* використовується в процесі роботи з матрицями та в багатьох задачах, що стосуються обробки інформації.

5) *Дискретна математика*. Завдяки цьому розділу реалізуються алгоритми пошуку рішень. Знання з дискретної математики використовуються для налагодження маршрутизації в мережах, розташування доріжок на мікросхемі, пошуку ігрової стратегії, створення штучних нейронних мереж, розробки штучного інтелекту.

6) *Математична логіка* використовується для розуміння логічних операцій і кванторів, для доведення правильності програм.

7) *Диференціальні рівняння* використовуються для аналізу даних, оптимізаційних алгоритмів, веб-графіки.

8) *Диференціальна геометрія* використовується при роботі з багато параметричною моделлю а також з програмами, що пов'язані з простором Лобачевського.

9) *Топологія* використовується для трасування плат, у комп'ютерній геометрії, наприклад, при побудові поверхні за одною або декількома множинами точок, при розрахунках взаємодії тіл, для пошуку шляху в просторі допустимих параметрів робота.

10) *Теорія функцій комплексної змінної*. Лінійні та раціональні функції дуже корисні для роботи з рухами площини та сфери (з комплексними числами працювати простіше, ніж з ортогональними матрицями). У комплексному полі зручно розв'язувати системи поліноміальних рівнянь.

11) *Рівняння в частинних похідних* використовується для варіантів гладкої інтерполяції даних.

12) *Теорія ймовірностей, математична статистика, теорія випадкових процесів* використовується в різному ступені в аналізі даних. Для розробки ігор потрібні знання з теорії ймовірностей.

13) *Варіаційне числення та методи оптимізації* використовуються в іграх і робототехніці.

14) *Методи обчислень і чисельні методи* використовується в разі роботи з дійсними числами.

15) *Теорія чисел* зустрічається в сучасній криптографії.

Для більшості програмістів математика є скоріш інструментом, ніж наукою, і викладати її потрібно саме так, особливо на перших курсах, завжди пояснюючи студентам, навіщо їм це потрібно. Якщо вивчати тільки окремі напрями, освіта програміста не буде повною. Чим професійніше стає розробник, тим «глибше» він занурюється в предметну галузь, а в ній, безумовно, існує ряд інженерних рішень, заснованих на застосуванні математичного апарату.

References

1. Bondarenko Z. V., Kirilashchuk S. A., Kirilashchuk T. G. Methodological aspects of teaching discrete mathematics to future information technology specialists. *Safety pedagogy*. 2018. Vol. 3, 2. P. 145-152.
2. Slavko G. V. (2018). Mathematics to programmers. Kremenchug. 2018.
3. Yudin A. K., Matviychuk-Yudin O. V. (2019). Information Technology and Cybersecurity Professional Competencies Concept *Science-intensive Technologies*. 2018. Vol. 43. P. 330-342.

Lesya Bilokon, teacher

Municipal institution "Pohrebyshche basic institution of general secondary education of I-III degrees №1" of Pohrebyshche city council of Vinnytsia district of Vinnytsia region
e-mail: bilokonlesya@gmail.com

THEORETICAL ASPECTS OF STUDENTS 'CREATIVE THINKING DEVELOPMENT

Abstract. The formation of the theory of development of creative thinking of students is connected with a number of questions, including theoretical and methodological character. One of the main problems in developing such a theory is the construction of its basis, the starting point for the development of which is to define the concept of creative thinking. Despite the large number of works devoted to the study of various aspects of creative thinking, it should be noted that in the

methodological literature has not formed an established, full-fledged definition of this concept. The aim of the article is to review and organize the directions and approaches to the definition of creative thinking formed according to certain criteria, highlighting their heterogeneous and common nature to develop a holistic view of the development of creative thinking of students. The challenge of today is the formation of a generation of teachers of the new generation, capable of teaching creative children, so in the study of theoretical aspects of the development of creative thinking of students did not miss the attention of teachers.

Key words and phrases: the concept of creative thinking, the development of creative thinking; the concept of creativity; the essence of creativity; STEM; creative personality.

Уперше термін «креативність» було вжито психологом Д. Сімпсоном у 1922 році. Цей учений вважав, що «креативність» – це здатність людини відмовитися від стереотипних способів мислення, «здатність до руйнування загальноприйнятого, звичайного порядку походження ідей у процесі мислення» [5, с. 632]

Дж. Гілфорд також вважав, що креативність – це здатність відмовлятися від стереотипних способів мислення. Саме після публікації його робіт, у яких він визначає різницю між двома типами мисленнєвих операцій – конвергенцією і дивергенцією, концепція креативності набула широкої популярності та почала активно опрацьовуватися [1].

Е. Торренс визначав креативність як процес: появи чутливості до проблем, дефіциту знань, їх невідповідності, дисгармонії та ін.; фіксації цих проблем; пошуку рішень даних проблем, висунення гіпотез; перевірок, змін і повторних перевірок гіпотез; формулювання результату [8, с. 88-92]. Він дає досить образне визначення: «Креативність – це значить копати глибше, дивитися краще, виправляти помилки, розмовляти з кішкою, пірнати в глибину, проходити крізь стіни, запалювати сонце, будувати замок на піску, вітати майбутнє»[6].

Не зважаючи на те, що дослідження креативності активно ведуться вже декілька десятиліть, накопичені дані, на думку С.С. Степанова, не стільки прояснюють, скільки заплутують розуміння явища креативності. Так, ще сорок

років тому було запропоновано більше 60 визначень креативності, сьогодні ж їх неможливо порахувати. При цьому деякі дослідники іронічно зазначають, що "процес розуміння того, що таке креативність, сам вимагає креативної дії" [3].

Отже, не зважаючи на різноманітність визначень креативності (як здатності породжувати оригінальні ідеї; відмовлятися від стереотипних способів мислення; здібності до постановки гіпотез; до породження нових комбінацій тощо) її сумарна характеристика полягає в тому, що креативність – це здатність створювати щось нове, оригінальне [9].

Значне прискорення науково-технічного прогресу зумовлює розвиток творчості та креативності особистості: нині людству потрібна компетентна особистість, яка вміє критично мислити, опрацьовувати різноманітну інформацію, використовувати здобуті знання та набуті вміння для креативного розв'язання проблем [4].

Розвиток креативності кожного вчителя призводить до відчутного підвищення якості навчання й виховання, тобто до зростання професійної майстерності [2]. Чим вищою є креативність учителя, тим більше шансів для розвитку творчого потенціалу його учнів: тільки креативний учитель, здатний подолати шаблон і формальність у навчанні, спроможний творчо підходити до навчання сучасних дітей та розвивати їхні креативні здібності [7]. Нестандартні уроки більше подобаються учням, ніж буденні навчальні заняття. Запровадження нестандартних елементів, вправ та завдань забезпечує підвищення активності навчально-пізнавальної діяльності учнів, формування самостійності мислення, стимулює розвиток творчості та креативності. Але перетворювати нестандартні уроки в головну форму роботи недоцільно [11].

Важливою умовою успішного засвоєння креативного мислення, в рамках позначеної стратегії розвитку, є впровадження конструкторсько-технічної освіти в

систему виховання школярів, як в рамках загальної, так і додаткової системи освіти. Саме такою є STEM-освіта. Аббревіатура STEM розшифровується як Science (Наука), Technology (Технології), Engineering (Інженерія) та Mathematics (Математика). При цьому дані дисципліни вивчаються не окремо, як ми звикли, а у комплексі. В Україні над впровадженням даної методики в освітніх закладах працює Інститут модернізації змісту освіти [10].

Дослідивши поняття та розуміння креативного мислення, можна стверджувати, що особа яка ним володіє має більше можливостей для професійної реалізації, вона здатна навчатись впродовж життя, вміє знаходити нестандартні рішення для розв'язання поставлених задач.

References

1. Guilford J. Three sides of intellect / J. Guilford; lane. with English E. A. Golubeva // Psychology of thought / ed. A.M. Matyushkina. - Moscow: Progress, 1965. - P. 443–456.
2. Baranova N.P. Trainings for teachers from pedagogical knowledge / N.P. Baranova - Kharkiv: Osнова, 2009. -- 159 p.
3. Creativity // Stepanov S. S. Popular Psychological Encyclopedia. - М. : Izd-voEksmo, 2005.- S. 328-331.
4. Derev'yana L. Creativity as a warehouse for professional training of social pedagogues [Electronic resource] / L. Derev'yana // Bulletin of Lviv. un-tu. - 2009. - (Series "Pedagogy). - Vip. 25. - Part 4. - pp. 168-174. - Access mode: http://www.nbuiv.gov.ua/old_jrn/natural/vlnu/Ped/2009_25-4/21_Dereviana.pdf
5. Kurochkina A.Y. Research of creativity: statement of a problem of economy / A.Y. Kurochkina // sb. scientific articles on the results of the International Scientific Conference, St. Petersburg, May 19-20, 2009 / under. common ed. prof. ON. Gorelova, prof. O.N. Melkova. - Moscow: Creative Economy Publishing House, 2009. - P. 630–639.
6. Pavlenko V.V. Creativity: day-to-day characteristics of the witness / V.V. Pavlenko // Creative pedagogy: [science method. magazine] / academy of international spirovrobiststva from creative pedagogy "Polisya". - Zhitomir, 2016. - VIP. 11. - 154 p. - pp. 120-131.
7. Pavlenko V.V. The creativity of the teacher as a bureaucrat for the development of pedagogical creativity / V.V. Pavlenko // Formation of the didactic competence of pedagogues in preschool and cob education: collection of scientific-methodical prats / for zag. ed. V.Є. Litn'ova, N.Є. Kolesnik, T.V. Naumchuk. - Zhytomyr: View of ZhDU im. I. Frank, 2015. - pp. 145–150.
8. Perkins D.N. Creative enlightenment yak psychologichne understand / D.N. Perkins // Scientific research abroad. Ser. Science of Science. - 1988. - No. 4. - P. 88–92.
9. Yakovleva E.L. Development of the creative potential of the student's personality <http://www.hr-portal.ru/article/razvitie-tvorcheskogo-potentsiala-lichnostishkolnika>

10. <https://hobbytech.com.ua>

11. <https://repository.kristti.com.ua/handle/eiraise/997>

Nataliia Byshevets, Ph. D.

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

e-mail: bishevets@ukr.net

IT COMPETENCE OF EDUCATION APPLICANT AT HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS IN PHYSICAL CULTURE AND SPORT

Summary. There is an increase in the role of ICT-competence of specialists and the tasks of the HEI in physical culture and sports is training higher education applicants for the implementation of professional duties in the conditions of the developed information society. The study showed that more than 50% of this contingent of students demonstrates a high and sufficient level of formation of the components of ICT competence. However, it is necessary to improve the teaching process of informatics, as well as the applied orientation of the teaching content.

Key words and word combinations: informatics, formation, competence, ICT competence, level.

У сучасному світі вимоги до рівня ІКТ-компетентності фахівців невинно зростають. Зважаючи на доробки фахівців [2], під ІКТ-компетентністю здобувачів вищої освіти з фізичної культури і спорту ми розуміли відповідний рівень оволодіння цифровими технологіями, який дозволяє їм гармонійно співіснувати в розвиненому інформаційному суспільстві, здійснюючи навчальну діяльність та розв'язуючи професійно-орієнтовані завдання. ІКТ-компетентність студентів з фізичної культури і спорту складається з набору відповідних ІКТ-компетенцій, а її розвиток відбувається під впливом цифровізації суспільства й освіти. Утім у вирішенні даного питання провідну роль відведено інформатичним дисциплінам, як от «Інформатика та інформаційні технології в фізичній культурі і спорті».

З метою встановлення рівня сформованості складових ІКТ-компетентності здобувачів вищої освіти з фізичної культури і спорту проведено дослідження, до

якого долучилося 251 студентів 3-4 курсів Національного університету фізичного виховання і спорту України.

Розподіл студентів за рівнями ІКТ-компетенцій засвідчив, що більшість учасників дослідження оцінюють рівень складових ІКТ-компетентності як високий і достатній (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл студентів за рівнями сформованості ІКТ-компетенцій, n = 251

ІКТ-компетенції	Кількість респондентів							
	високий		достатній		задовільний		початковий	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>1</i>	2	3	4	5	6	7	8	9
знання про можливості ІКТ	52	20,72	86	34,26	88	35,06	25	9,96
готовність до використання ІКТ	69	27,49	87	34,66	78	31,08	17	6,77
уміння використовувати ІКТ в освіті	60	23,90	109	43,43	61	24,30	21	8,37
зацікавленість у застосуванні ІКТ	63	25,10	92	36,65	76	30,28	20	7,97
уміння використовувати ІКТ в побуті	67	26,69	93	37,05	74	29,48	17	6,77
уміння використовувати ІКТ у фізичному вихованні і спорті	51	20,32	99	39,44	82	32,67	19	7,57

Утім можна помітити, що за усіма зазначеними компетенціями відсоток студентів з високим рівнем знижено. Така ситуація обумовлена тим, що на відміну

від студентів ЗВО інших напрямків навчання, студенти ЗВО з фізичної культури і спорту в цілому в меншій мірі схильні проводити дозвілля за комп'ютером, віддаючи перевагу заняттям оздоровчою руховою активністю або спортом. Найбільше студентів із високим рівнем сформованості ІКТ-компетенції виявлено за рівнем готовності до використання ІКТ – 27,49% та за вміннями використовувати ІКТ при вирішенні побутових питань – 26,69%, що підтверджує залученість даного контингенту студентів до інформаційних процесів, які відбуваються в суспільстві. Крім того, це підтверджує й переважання серед учасників дослідження частки умотивованих до застосування ІКТ, яких із високим і достатнім рівнем виявилось 61,75%. Водночас 43,43% опитаних засвідчило, що мають достатній рівень вміння використовувати ІКТ в освіті, що обумовлено перенесенням освітнього процесу в інформаційно-освітнє середовище ЗВО [1].

З іншого боку, максимальний відсоток студентів із задовільним та початковим рівнями сформованості ІКТ-компетентності виявлено за знаннями про можливості ІКТ та вміння використовувати прикладне програмне забезпечення для вирішення завдань фізичного виховання і спорту. Відтак існує потреба в удосконаленні викладання інформатики для здобувачів вищої освіти з фізичної культури і спорту в напрямку поглиблення прикладної спрямованості її змісту.

References

1. Denysova L, Byshevets Na, Shynkaruk O, Imas Ye, Suschenko L, Bazylchuk O, Oleshko T, Syvash I, Tretiak O. Theoretical aspects of design and development of information and educational environment in the system of training of masters in physical culture and sport. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020. Ed. 20(145). P. 324-330. DOI:10.7752/jpes.2020.s1045.
2. Danysko O., Svertnyv O. Informational-communicative competence formation of future physical culture teachers as preconditions of education quality refinement. *The resources of pedagogical skills*. 2017. Ed. 19. P. 108-115.

Sergiy Galetskyi*, Ph. D.

Tetiana Galetska**, Ph. D.

*The National University of Ostroh Academy, Ostroh, Ukraine

e-mail: sergii.galetskyi@oa.edu.ua

**The National University of Ostroh Academy, Ostroh, Ukraine

e-mail: tanya.galetska@oa.edu.ua

PECULIARITIES OF USING SOFTWARE FORMS OF FORMATION OF COMMUNICATIVE COMPETENCE OF FUTURE TEACHERS OF FOREIGN LANGUAGES

Abstract. We consider the main tasks in the formation of communicative competence of future teachers of foreign languages, the solution of which is possible with the use of information and communication technologies.

Key words and phrases: information and communication technologies, communicative competence, foreign language teacher.

Основи використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в освіті розробляються нині у вітчизняній педагогічній науці досить активно. Так колектив авторів (Г. Швачич, В. Толстой, Л. Петречук, Ю. Іващенко, О. Гуляєва, О. Соболенко) детально аналізує поняття, переваги та недоліки сучасних ІКТ і можливості їх використання в навчальному процесі [11]; інші науковці дослідили комунікаційні технології у багатопроцесорних системах (В. Іващенко, Є. Башков, Г. Швачич, М. Ткач) [2]. М. Кузьміна, Т. Півоварова та М. Чупраков досліджують хмарні технології у сучасній медіаосвіті [5]; колектив дніпропетровських науковців активно вивчає адаптивне онлайн-навчання за допомогою сучасних ІКТ (Н. Лисовенко, І. Белова, В. Вікторов) [6].

Використання інформаційно-комунікаційних технологій у формуванні комунікативної компетентності майбутніх викладачів іноземних мов дозволяє реалізувати низку завдань, серед яких найважливішими вважаємо такі:

1. забезпечення особистісно-діяльнісного підходу в процесі формування комунікативної компетентності майбутніх викладачів іноземних мов (починаючи з вхідного комп'ютерного тестування і завершуючи

індивідуальними творчими комп'ютерними завданнями різного рівня під час державних іспитів);

2. зростання мотивації студентів у формуванні власної комунікативної компетентності за рахунок використання в навчальному процесі різноманітної програмної та Інтернет продукції;
3. здійснення постійного контролю рівня комунікативних знань, умінь і навичок студентів та моніторингу їхніх навчальних досягнень різноманітними інформаційними способами.

Серед різновидів сучасних інформаційно-комунікаційних технологій чи не найбільшою популярністю нині користуються мультимедійні технології та програмні засоби навчання. Мультимедійні технології найчастіше визначаються (Г.Г. Швачич, В.В. Толстой, Л.М. Петречук, Ю.С. Іващенко, О.А. Гуляєва, О.В. Соболенко, 2017) [11] як засіб комплексної взаємодії аудіо- та візуальних ефектів з використанням сучасних ІКТ, що можуть інтегрувати в процесі навчання текст, звук, графіку, зйомку, відтворення тощо. До програмних засобів навчання традиційно відносять: системи комп'ютерного тестування студентів; системи навчального діалогу; комп'ютерні тренажери, що імітують професійну діяльність фахівців; бази даних різного типу і рівня; електронні підручники; віртуальні лабораторії та інші. Переваги і недоліки програмних засобів навчання у контексті проблеми нашого дослідження виділено нами в таблиці 1.

Таблиця 1

Переваги і недоліки програмних засобів формування комунікативної компетентності майбутніх викладачів іноземних мов

Програмний засіб навчання	Переваги програмного засобу навчання	Недоліки програмного засобу навчання
Системи	Дозволяють проводити	Фактично виключають

<p>комп'ютерного тестування майбутніх викладачів іноземних мов</p>	<p>одномоментний і стандартизований контроль навчальних досягнень майбутніх викладачів іноземних мов та формувати їх комунікативну компетентність за допомогою вчасної корекції змісту та методів навчання.</p>	<p>елемент творчості та нестандартності у підходах до вирішення навчальних завдань; у професійній підготовці майбутніх викладачів іноземних мов знижують ступінь комунікативної рефлексії отриманих знань, умінь та навичок.</p>
<p>Системи віртуального діалогу</p>	<p>Уможливають комунікацію майбутніх викладачів іноземних мов з віртуальним співрозмовником; надають необхідний словниковий матеріал для отримання нових знань з іноземних мов; дають можливість застосовувати найбільш ефективні в кожній окремій діалогічній ситуації методики викладання іноземних мов.</p>	<p>Спрощують і стандартизують процес формування комунікативної компетентності за допомогою завчасно створених діалогічних модулів; знижують рівень комунікативної творчості майбутніх викладачів іноземних мов; знаходяться в площині обмеженого темою і завданнями діалогу тезаурусу.</p>
<p>Комп'ютерні тренажери</p>	<p>Використовуються з метою формування практичних вмінь і навичок іншомовного</p>	<p>Фактично не розроблені в програмному відношенні; в сучасній системі професійної</p>

	<p>говоріння та слухання; оптимізують реалізацію відповідних методик навчання майбутніх викладачів іноземних мов.</p>	<p>підготовки фахівців найбільш відомими є математичні, архітектурні та дизайнерські, технологічні, економічні комп'ютерні тренажери; в гуманітарній сфері їх створення ускладнене множинністю розв'язків кожного окремого навчального завдання.</p>
<p>Електронні підручники</p>	<p>Доступність і безплатність (за винятком частини цих навчальних видань, переважно зарубіжних); довготривалість процесу використання; можливість постійного оновлення змісту завдяки внесенню до електронних бібліотек новітніх версій того самого електронного підручника на зміну застарілому; можливість встановлення на будь-який носій, яким диспонує студент.</p>	<p>Електронний підручник тісно пов'язаний з системою Інтернет, тому за її відсутності студенти позбавляються можливості використовувати цей засіб навчання; почасти електронний підручник спрощує студентові виконання навчальних завдань, але не дає можливості розвивати самостійне мислення у площині пошуку нетривіальних рішень, наприклад, комунікативних</p>

		діалогів чи розв'язання справ з курсу граматики іноземної мови (служить фактично шпаргалкою).
Мультимедійні словники й довідники	Як і електронні підручники, полегшують студентам доступ до найновішого тлумачення слів та тверджень іноземною мовою; легкі у функціонуванні, встановлюються на будь-який носій; дозволяють виконувати будь-які інформаційні операції (накопичення, обміну, передачі, зміни тексту).	Як правило, мультимедійні словники і довідники звужують коло наукового пошуку студентів, знижують рівень навчальної і наукової рефлексії, рівень здатності до самоосвіти та самостійного наукового пошуку у сфері аналізу понять і дефініцій іноземними мовами.
Віртуальні лінгафонні кабінети, лабораторії	Уможливають навчальну й наукову діяльність майбутніх викладачів іноземних мов у віртуальних умовах; надають фактично необмежені можливості до використання найбільш ефективних та інноваційних індивідуальних та групових форм і методів формування комунікативної	Віртуальні навчальні форми роботи можуть стати чинником зниження рівня мотивації студентів до формування власної комунікативної компетентності, оскільки пропонують дидактичний продукт в готовому вигляді, що не спонукає до

	компетентності майбутніх викладачів	самостійної і самоосвітньої діяльності; фактично не забезпечують зворотного зв'язку; можуть впливати на зниження рівня
	іноземних мов; підвищують ефективність подачі навчального матеріалу.	мотивації до самостійного оволодіння іноземною мовою внаслідок доступності певних сервісів (наприклад, електронних перекладачів).
Хмароорієнтоване навчальне середовище	Дозволяють віддалено використовувати засоби накопичення, обробки, зберігання, надання навчальної інформації; забезпечують максимальну мобільність студентів у доступі та переробці навчальної інформації з різноманітних навчальних курсів у процесі формування комунікативної компетентності; надають можливість групової співпраці викладача та студентів.	Хмароорієнтовані технології, попри їх популярність, повністю залежні від рівня забезпеченості навчального закладу високого рівня мережею Інтернет та відповідного супровідного обладнання (серверного, мультимедійного); почасти знижують мотивацію студентів.

Джерело: розроблено авторами

Подані вище інформаційно-комунікаційні засоби навчання найчастіше виступають як окремі компоненти мультимедійного забезпечення навчального процесу. Мультимедійне забезпечення процесу формування комунікативної компетентності майбутніх викладачів іноземних мов (В. Корж, 2008 [3]; І. Кузьміна, 2008 [4]; Л. Морська, 2008 [7]; Н. Насонова, 2008 [8]; О. Пометун, 2004 [9]; Е. Суботіна, 2009 [10] та ін.) побудоване, як правило, на застосуванні кількох елементів мультимедійного комплексу:

1. інтерактивний дисплей, розміри якого визначаються кількістю студентів в аудиторії;
2. інтерактивна дошка з відповідним обладнанням;
3. необхідні супровідні пристрої (комп'ютер викладача, різноманітні гаджети студентів, Інтернет-підключення, веб-камери, адаптери тощо).

Усі ці компоненти мультимедійного забезпечення процесу формування комунікативної компетентності майбутніх викладачів іноземних мов можуть бути поєднані з хмарним середовищем цього напрямку підготовки фахівців, розробленим і впровадженим в тому чи іншому закладі вищої освіти. На жаль, факультети (інститути) іноземних мов найчастіше використовують окремі компоненти інформаційно-комунікаційних технологій формування комунікативної компетентності студентів, часто не пов'язуючи їх у систему взаємозумовлених елементів. Так найчастіше електронний підручник не використовується у процесі безпосереднього викладання іноземних мов, а інтерактивні дошки та дисплеї не підключаються до хмарного середовища.

У зв'язку з цим постає нагальним завданням розробка і впровадження такої системи засобів ІКТ та методики їх використання, яка б уможливила

максимізувати переваги і мінімізувати недоліки цих технологій у процесі формування комунікативної компетентності майбутніх викладачів іноземних мов.

Таким чином, нами з'ясовано зміст та основні характеристики інформаційно-комунікаційних технологій у процесі формування комунікативної компетентності майбутніх викладачів іноземних мов. Інформаційно-комунікаційні технології подано у сукупності трьох основних складників – теоретичних засад ІКТ, методів та засобів вирішення навчальних завдань. Визначено низку основних завдань, що мають бути реалізовані у процесі використання ІКТ як засобу формування комунікативної компетентності майбутніх викладачів іноземних мов (забезпечення особистісно-діяльнісного підходу в формуванні комунікативної компетентності, реалізація інтерактивних форм і методів навчання, зростання мотивації студентів у формуванні власної комунікативної компетентності, здійснення постійного контролю рівня сформованості комунікативної компетентності). З'ясовано переваги і недоліки основних програмних засобів формування комунікативної компетентності – систем комп'ютерного тестування, систем віртуального діалогу, комп'ютерних тренажерів, електронних підручників, мультимедійних словників та довідників, віртуальних лабораторій та кабінетів тощо.

References

1. Zubov A.V., Zubova I.I Information technologists in linguistics: textbook. allowance. for students. lingv. fak-tov vysh. textbook head. M, 2004. 208 p.
2. Ivashchenko V.P., Bashkov E.A., Shvachich G.G., Tkach M.A. Modern communication technologies in modular multiprocessor systems: [monograph]. Dnepropetrovsk: IMA-press, 2012. 180 p.
3. Korzh V.V. The role of multimedia technologies in foreign language teaching. [online] Access mode: http://www.confcontact.Com/2008oktInet_tezi/iy_korzh.htm [Accessed December 15, 2018]. 2008.
4. Kuzmina I.P. Use of modern information technologies in foreign language classes. Bulletin of NTUU "KPI". Philosophy. Psychology. Pedagogy: a collection of scientific papers [online], 2008. Vol. 3 (24). Access mode: http://novyn.kpi.ua/2008-3/05_Kuzmina.pdf [Access date 05 June 2019].
5. Kuzmina M.V., Pivovarova T.S., Chuprakov N.I. Cloud technologies for distance and media education: teaching aid. Kirov: Publishing house of KOGOAU DPO (PC), 2013. 80 p.

6. Lisovenko N.N., Belova I.S., Viktorov V.V., Savchuk L.N. ed. Information and software support for adaptive online learning: [monograph]. Dnepropetrovsk: Gerda, 2014. 122 p.
7. Morska L.I. Information technologies in foreign language teaching: a textbook. Ternopil: Aston, 2008. 256 p.
8. Nasonova N.A. Practice and prospects of using computer technology and the Internet in the educational process in learning a foreign language. Internet and Informational Technologies in Education. Vinnytsia, 2008. P. 117-119.
9. Pometun O.I., Pirozhenko L.V. A modern lesson. Interactive learning technologies: a scientific and methodical manual. Kyiv: ASK Publishing House, 2004. 192 p.
10. Subotina E.V. Possibilities of using multimedia technologies in the process of learning a foreign language in higher education. Scientific Bulletin of KUEITU: New Technologies. 2009. Vol. 4 (26). P. 138-140.
11. Shvachich G.G., Tolstoy V.V., Petrechuk L.M., Ivashchenko Y.S., Gulyaeva O.A., Sobolenko O.V. Modern information and communication technologies: a textbook. Dnipro: NMetAU, 2017. 231 p.

Inna Hulivata, Dr. Sc.

Vinnytsia Institute of Trade and Economics of KNUTE, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: i.hulivata@vtei.edu.ua

DEVELOPMENT OF STUDENTS' SOFT SKILLS IN HIGHER EDUCATION: PROBLEMS AND PERSPECTIVES

Abstract. Today's labor market due to various factors becomes more complex, uncertain and competitive, this puts forward new requirements for future professionals in terms of development of soft skills. The research shows that employers and academic community have an effective approach to this problem through necessary skills implementation in the contents of educational programs.

Key words and phrases: soft skills, formation soft skills, educational process, employers.

Організації розглядають людські ресурси як ключовий актив, який відіграє критично важливу роль в діяльності та успішності підприємства. Працедавці вимагають надійних, творчих, позитивних, працівників здатних працювати та вчитися, які поєднують у собі професійні компетенції та бажаний адекватний рівень навичок міжособистісного спілкування. Особливо ця проблема загострилася на тлі пандемії, коли навчальний процес перемістився в онлайн площину [2].

Розвиток у студентів певної сукупності соціальних навичок, які зможуть забезпечити їм високий рівень конкурентоспроможності на сучасному ринку праці, зумовлює потребу аналізу їх як у теоретичному, так і в практичному аспектах [3]. Лише професійні та технічні навички не зможуть досягати організаційних цілей і задач. Академічна освіта є основою навчання, в той час як наукова спільнота та роботодавці визнають важливість інших, так званих м'яких навичок (soft skills), таких як комунікація, самодисципліна, вміння працювати в команді, вирішення конфліктів тощо.

Сьогодні працедавці відчувають недостатність навичок міжособистісного спілкування. Окремі дослідження вказують на те, що працівники, які мають сформовані м'які навички демонструють вищу продуктивність праці, ніж ті, що їх не мають [1].

Soft skills – це ті бажані якості, які можуть бути використані на різних посадах та у різних життєвих ситуаціях. Спільні зусилля працедавців та академічної спільноти можуть заповнити недостатність у таких навичках. Заклади освіти мають забезпечувати своїх випускників знаннями з предметної області, але стрімкий потік інноваційних технологій та бізнес-моделей ринку змушують сучасного випускника орієнтуватися на всі ці зміни з різноманітним набором навичок. Це означає, що такі soft skills, як пристосованість та складність вирішення проблем важливіше, ніж будь-коли.

Усвідомлюючи важливість таких навичок для майбутнього фахівця, з метою його адаптації до потреб соціально-економічного середовища, доцільним є їх імплементація в освітній процес.

Академічна спільнота шукає шляхи вирішення цієї проблеми через оновлення освітніх програм та освітніх компонент, а також методів навчання, запровадження різних видів практик на підприємствах, проведення спільних

заходів з працедавцями щодо розвитку м'яких навичок. Крім того, до перегляду, розробки та оновлення освітніх програм залучені всі зацікавлені сторони, в тому числі працедавці та випускники.

Soft skills пов'язані з поведінкою, мисленням та особистими якостями. У широкому сенсі перелік м'яких навичок може містити: адаптивність, комунікацію, вирішення конфлікту, надійність, чесність, вирішення проблеми, командну роботу, трудову етику.

Досить ефективним способом формування м'яких навичок є їх моделювання, що надає можливість не тільки розуміти цінність цих навичок, але і розуміння того, як їх застосовувати на практиці.

Розглянемо можливі шляхи формування soft skills:

- розвиток добросовісності за рахунок групової роботи під час занять, де кожен учасник групи має свій обов'язок. За результатами виконання групової роботи корисно, щоб він визначив свій внесок у загальний результат і частку загальної оцінки яку заслуговує особисто;

- розвиток комунікативних навичок здобувачів через групові обговорення чи виступи, де вони мають продемонструвати знання предметної області під час обговорення;

- формування поважного та ввічливого ставлення один до одного як в аудиторії, так і під час спілкування онлайн;

- запровадження політики зобов'язань, яка передбачає не покарання за невиконані завдання, а відповідальність. Студенти, які не здають роботу вчасно, мають надати пояснення, чому вона не була завершена, і що вони будуть робити для виправлення ситуації в майбутньому;

- розвиток гнучкості за рахунок довгострокових проблемних проєктів, які мають бути виконані з проміжними термінами. Такі дії будуть сприяти організації та концентрації, самоконтролю та вирішенню проблеми;

- формування навичок командної роботи засобами групової роботи та шляхом призначення різних осіб до спільних проєктів на умовах довіри, порядності, відповідальності, співпраці.

Soft skills відіграють важливу роль в успішній кар'єрі майбутніх фахівців, а також під час їх соціальної взаємодії у суспільстві. Ці навички також затребувані працедавцями. Тому вдосконалення м'яких навичок здобувачів освіти зможуть покращити перспективи їх працевлаштування.

Провідна роль у формуванні soft skills належить академічній спільноті, яка спільно з усіма учасниками освітнього процесу має впроваджувати необхідні м'які навички у зміст освітніх програм. Компоненти освітньої програми слід спрямовувати на формування м'яких навичок, притаманних конкретній освітній програмі. Окрім цього, важливо зазначати які з них сприяють набуттю та розвитку окремих soft skills.

References

1. Hansen, M. (2018). How to Develop and Train for Soft Skills in the Workplace. Retrieved from: <https://elearningindustry.com/soft-skills-in-the-workplace-develop-train>.
2. Hulivata I. O. Methods of providing feedback during training to occupy. *Interaktyvnyi osvittinii prostir ZVO [Electronic resource] : materialy vseukrainskoho naukovo-praktychnoho vebinaru. Vinnytsia : VTEI KNTEU, 2021. P. 23-25. (in Ukrainian).*
3. Lobodynska, O. M., Hrydzhuk, O. Ye. Formation of social skills of students: problems and prospects. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy, 30(3), 2020. P. 116-121 (in Ukrainian).*

Olena Korolyuk, Ph. D.
Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine
e-mail: korolyukwork@gmail.com

METHODOLOGICAL TASKS AS A MEANS OF FORMING PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS

Abstract. We consider the use of methodological tasks for the formation of professional competence of future mathematics teachers in higher education institutions; formulate the definition of a methodological task, determine the purpose of their use in the process of teaching Mathematics Methods.

Key words and phrases: методична задача, методика навчання математики, професійна компетентність майбутніх учителів математики.

Нині певний обсяг математичних знань, володіння математичними методами стали обов'язковим елементом загальної культури. Водночас простежується тенденція до зниження інтересу школярів до навчання, зокрема до навчання математики. Тому особливої актуальності набуває питання якості професійної підготовки майбутнього вчителя математики.

Проблема формування професійної компетентності багатоаспектна, вона є предметом обговорення та активних дискусій. Професійну компетентність можна тлумачити як здатність до виконання спеціалістом своєї діяльності, що передбачає глибокі знання явищ та предметів, які він перетворює, вільне володіння змістом власної праці, а також відповідність професійно важливих якостей особистості вимогам певного виду діяльності [2]. Це складне інтегративне утворення. Одним із основних показників професійної компетентності вчителя вважають якісну методичну підготовку. Глибокі і всебічні знання з методики навчання свого предмета, з педагогіки, а також розуміння психологічних явищ сприятимуть успіхам та досягненням майбутніх учителів у подальшій освітній практиці.

Важливою частиною фахової підготовки майбутніх учителів математики в університеті є курс „Методика навчання математики”, де представлені як

теоретичні основи побудови процесу навчання, так і шляхи їх практичної реалізації.

Мета курсу: сформувати професійно компетентного вчителя математики, спроможного працювати на конкурсній основі в школах різного типу, якому були б притаманні духовність, висока мораль, культура, інтелігентність, творче педагогічне мислення, гуманістична спрямованість педагогічної діяльності.

Ефективним засобом навчання майбутніх учителів є методичні задачі. *Методична задача* – це задача, прямим продуктом розв’язування якої буде отримання методичних фактів: підбір навчального матеріалу; виокремлення основного і другорядного навчального матеріалу; навчальний матеріал, упорядкований в певну систему відповідно до поставленої мети; відібрані прийоми й засоби навчання для досягнення визначеної мети, для організації самостійної роботи учнів тощо [1].

Метою застосування таких задач є формування методичних знань та вмінь, що визначено навчальною програмою «Методика навчання математики», розвиток творчих здібностей студентів. Методичні задачі найчастіше будуються на конкретному математичному матеріалі, а це навчає майбутніх учителів відшукувати умови, за яких найбільш результативно здійснюється навчально-пізнавальний процес і досягається максимальний результат.

Ці задачі відрізняє неоднозначність у способах розв’язання, що зумовлює необхідність обґрунтувати переваги певної позиції. Систематичне розв’язування методичних задач розвиває в студентів уміння аналізувати педагогічні факти, співставляти їх, класифікувати, робити на їх основі відповідні висновки і теоретичні узагальнення, а отже, формувати професійну компетентність.

Для прикладу, декілька методичних задач із матеріалів модуля «Методика навчання алгебри в основній школі».

1. Серед виразів: $na^4d, 5ab, 3a^4d, a^2b^2, a^2b^3\frac{5}{7}$ оберіть

одночлени, які не є одночленами стандартного вигляду. Обґрунтуйте свій вибір. Сформулюйте означення одночлена.

2. Під час виконання вправи на спрощення виразів учень 8-го класу отримує певні відповіді: 1) $\frac{(3-y)^2}{(y-3)^2} = -1$; 2) $\frac{(3-y)^2}{(y-3)^2} = -1$

$\frac{12a+y^2}{6ay} = \frac{12a}{6a} + \frac{y^2}{y} = 2 + y$ $\frac{12a+y^2}{6ay} = \frac{12a}{6a} + \frac{y^2}{y} = 2 + y$. З'ясуйте, у чому полягають

помилки учня. Які відомості потрібно актуалізувати вчителю, щоб запобігти таких помилок?

3. Учитель запропонував учням знайти усно корені квадратного рівняння $x^2 + 5x - 6 = 0$. Відповідь була такою: «За теоремою Вієта корені цього рівняння: $x_1 = 2$ та $x_2 = 3$ ». Сформулюйте теорему Вієта. Чи правильною була відповідь учня?

4. Розв'язування математичних софізмів – один з методичних прийомів мотивації навчання. Наведіть приклад софізму, який можна використати під час вивчення теми „Нерівності”.

Використання методичних задач з методики математики є виправданим, оскільки саме методичні задачі інтегрують теоретичний і практичний аспекти фахової підготовки, в них моделюються типові ситуації, які можуть виникнути на практиці, а систематичне їх застосування активізує розумову діяльність студентів, спонукає до творчості, закладає основи педагогічної майстерності, а отже, на основі аналізу ступеня оволодіння студентами способами розв'язування таких задач можна робити висновки про формування в майбутніх учителів професійної компетентності.

References

1. Zhovnir Ya. M., Evdokimov V. I. Five hundred tasks on the methodology of teaching mathematics : textbook. Kharkiv, 1997. 392 p. (in Ukrainian)
2. Professional pedagogical education : competence approach: monograph / ed. by O. A. Dubasenyuk. Zhytomyr, 2011. 412 p. (in Ukrainian)
3. Prus A. V. Shvets V. O. Collection of tasks on the methodology of teaching mathematics. Zhytomyr, 2011. 388 p. (in Ukrainian)

Nataliia Kotenko*, Ph. D.

Tetiana Zhyrova**, Ph. D.

*Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine

e-mail: kotenkono@knute.edu.ua

** Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine

e-mail: zhyrova@knute.edu.ua

ANALYSIS OF EDUCATIONAL PROGRAMS ON THE AVAILABILITY OF THE EDUCATIONAL COMPONENT "INFORMATION TECHNOLOGY IN PROFESSIONAL ACTIVITIES"

Abstract. The analysis of educational programs of different branches of knowledge and different specialties is carried out. The educational programs of the field of knowledge 08 "Law" of specialty 081 "Law" are analyzed in detail for the presence of an educational component related to information technologies of professional orientation. A list of topics that should be considered in the educational component "Information technology in professional activities", which is part of the educational program in the specialty 081 "Law".

Key words and phrases: educational program, information technology, professional activity.

Інформаційні технології розвиваються надзвичайно швидко, нині вони застосовуються у переважній більшості сфер людської діяльності. Важко уявити фахівця, який в тій чи іншій мірі не використовує можливості сучасних інформаційних технологій у своїй професійній діяльності. Про нове програмне забезпечення, інформаційні сервіси тощо, які будуть корисними або навіть необхідними у роботі спеціалісти різних сфер дізнаються на курсах підвищення

кваліфікації, при спілкуванні з колегами, перегляді форумів та з інших джерел інформації. Випускники ЗВО мають бути обізнаними з усіма інформаційними технологіями, які стосуються їх майбутньої професійної діяльності.

Аналіз освітніх програм [2] рівня вищої освіти «бакалавр» різних галузей знань та різних спеціальностей показав, що з основами інформаційних технологій (в залежно від освітньої програми) студенти знайомляться під час опанування таких освітніх компонентів: «Інформатика та методика навчання інформатики», «Основи інформатики та обчислювальної техніки», «Інформатика та основи комп'ютерного проектування», «Інформатика та сучасні інформаційні системи і технології», «Інформатика та комп'ютерна техніка», «Інформаційні технології у професійній діяльності», тощо. Понад 50% проаналізованих освітніх програм у своєму переліку освітніх компонентів (мова йде і про обов'язкові і про вибіркові освітні компоненти) не містять тих, які пов'язані з інформаційними технологіями професійного спрямування.

Проведено детальний аналіз освітніх програм галузі знань 08 «Право» спеціальності 081 «Право», яка не є технічною спеціальністю. Серед них освітній компонент пов'язаний з інформаційними технологіями зустрічається у 63 %, з них 27% – це освітні компоненти за вибором здобувачів. Найчастіше зустрічаються такі назви даного освітнього компоненту: «Інформаційні технології в юридичній практиці», «Інформаційні технології в юридичній діяльності», «Інформаційно-комунікативні технології в праві», «Основи інформатики», «Інформаційні системи і технології в юридичній діяльності», «Інформаційні і комунікаційні технології», «Інформаційні технології», тощо. Називатимемо такий освітній компонент «Інформаційні технології у професійній діяльності».

У Стандарті вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, галузі знань 08 «Право», спеціальності 081 «Право» [3] зазначено

необхідність формування такої загальної компетентності: ЗК6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та таких програмних результатів навчання: 3. Проводити збір і інтегрований аналіз матеріалів з різних джерел; 8. Використовувати різноманітні інформаційні джерела для повного та всебічного встановлення певних обставин; 15. Вільно використовувати для професійної діяльності доступні інформаційні технології і бази даних; 16. Демонструвати вміння користуватися комп'ютерними програмами, необхідними у професійній діяльності. Що доводить гостру потребу в освітніх компонентах пов'язаних з вивченням інформаційних технологій, що використовуються у професійній діяльності юристів. «Інформаційні технології у професійній діяльності» має входити до переліку обов'язкових освітніх компонентів адже формує значну частину програмних результатів навчання.

При розробці програми «Інформаційні технології у професійній діяльності» необхідна тісна співпраця з гарантом освітньої програми, фахівцями-практиками та викладачами спеціальних дисциплін. Програма має охоплювати переважну більшість інформаційних технологій з якими може зіткнутися у своїй професійній діяльності випускник даної освітньої програми. Теми, що входять до програми мають бути практично-орієнтованими. Серед тем, які нині доречно розглядати в рамках освітнього компоненту «Інформаційні технології у професійній діяльності» в контексті спеціальності 081 «Право» можна виділити такі: Основи роботи в хмарних середовищах; Організація апаратного та програмного забезпечення роботи юриста; Фундаментальні основи і принципи функціонування Інтернет; Робота з базами даних професійного спрямування; Текстові процесори та їх використання в юридичній практиці; Табличні процесори в професійній діяльності юриста; Кваліфікований електронний підпис.

При змістовному наповненні тем варто враховувати європейський досвід викладання подібних дисциплін. Зважати на вимоги українських та зарубіжних [1] роботодавців до інформаційної підготовки фахівців. Не варто забувати про кібербезпеку, яку можна додати до кожної теми, що включена до програми. Тобто варто наголошувати на небезпеках, які присутні при використанні хмарних сервісів, при створенні та використанні електронної пошти, при накладанні кваліфікованого електронного підпису, тощо.

Надзвичайно важливе значення має добір практичних завдань до кожної з тем освітнього компоненту. Після виконання практичних завдань у студентів має сформуватися чітке уявлення про те, як вони можуть скористатися отриманими знаннями у своїй подальшій професійній діяльності.

References

1. Legal Technology Assessment URL: <https://www.procertas.com/products/lta/>.
2. National Agency for Higher Education Quality Assurance. URL: <https://public.naqqa.gov.ua/>.
3. Standard of higher education of Ukraine: the first (bachelor's) level of higher education, field of knowledge 08 "Law", specialty 081 "Law". URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/081-pravo-bakalavr.pdf>.

Mariana Kovtonyuk, Dr. Sc.
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: kovtonyukmm@vspu.edu.ua

FORESIGHT MODELING OF SYNERGISTIC EDUCATIONAL SPACE OF BACHELORS OF MATHEMATICS

Abstract. The importance of foresight technology and the possibility of its use in designing an effective model of bachelor of mathematics training is investigated. Short- and medium-term forecasts of the development of such training are offered. The accumulated experience of foresight research at the Department of Mathematics and Informatics of Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University is analyzed.

Key words and phrases: foresight, modeling, synergistic educational space, bachelor of mathematics.

Високі темпи розвитку суспільства вимагають від особистості здатностей адаптуватися і водночас змінюватися, привчатися жити і працювати в умовах невизначеності. Звичайно, ця проблема безпосередньо стосується і освітнього простору суспільства, зокрема підготовки бакалавра математики у закладах вищої освіти.

Професійна підготовка бакалавра математики здійснюється у педагогічній системі «університет», яка включає підсистеми нижчого рангу: «факультет», «спеціальність», «кафедра», «навчальна дисципліна». Розвиток педагогічної системи може йти адаптивним і біфуркаційним шляхами. У випадку *адаптивного* типу розвитку відбувається адаптація (приспосовування) педагогічної системи до змін зовнішнього і внутрішнього середовища зі збереженням характеру функціональної системи (відносно стійкий стан) (рис.1) [2].

Зміна зовнішнього і внутрішнього середовища педагогічної системи (змінюються студенти, викладачі, підручники, форми, методи і засоби навчання, організаційні компоненти тощо) призводить до появи її нових властивостей: система переходить у новий якісний стан, який називають *біфуркаційним*. Для нього характерна нестійкість і значна множина можливих траєкторій розвитку освітньої системи (атракторів). З точки біфуркації розвиток педагогічної системи може йти вздовж однієї з можливих траєкторій (або система лишається на тому самому рівні розвитку, або прогресує, або регресує), і вибраний шлях еволюції системи, можливо, й не кращий, ніж ті, що були відкинуті випадковим чином. З погляду синергетичної методології біфуркаційні режими більш прийнятні для розвитку освітніх систем.

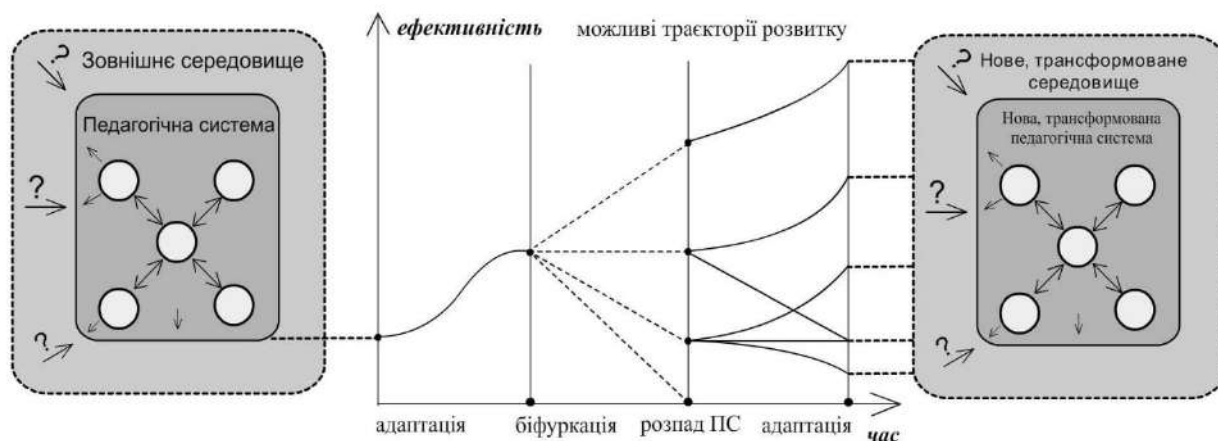


Рис.1. Синергетична модель професійної підготовки майбутнього вчителя математики

Отже, можна констатувати, що з появою масштабних перетворень у підготовці бакалавра математика постають принципово суперечливі проектні завдання, які неможливо розв'язати з позицій лише еволюційного підходу. Тут уже має бути спроба заглянути у майбутнє, тобто використати форсайт-технології для можливості моделювання освітнього середовища бакалавра математики вже сьогодні. Форсайт є відносно новим поняттям у науковій літературі [1, 3, 4], тому єдиного консолідованого його визначення наразі у педагогічній літературі немає, однак у статті С.А.Квітки проаналізовано найбільш характерні погляди різних вчених та наукових інституцій на цю проектно-прогностичну технологію [1, с.8]. У нашому дослідженні під Форсайтом будемо розуміти «систематичний спільний процес побудови бачення майбутнього, націлений на підвищення якості прийнятих у цей момент рішень і прискорення спільних дій», що дозволяє застосовувати «спеціальну технологію формування пріоритетів розвитку різних сфер життя суспільства з метою мобілізації максимально великої кількості учасників для досягнення якісно нових результатів у розвитку країни, регіону, громади» [1, с.9].

Ми пропонуємо схему застосування форсайт-технології в освітньому просторі (рис.2).

Форсайт освіти	Педагогічна система: Навчальна дисципліна, кафедра, спеціальність, факультет, університет	Прогнозування, планування, моделювання, стейкхолдери
	Фундаменталізація підготовки бакалавра	стандартизація

Рис.2. Застосування форсайт-технології у підготовці бакалавра математики.

Така схема реалізована кафедрою математики та інформатики ВДПУ імені Михайла Коцюбинського під час проведення регіонального заходу «Форсайт розвитку математичної та інформатичної освіти на Вінничині та в Україні» (<https://www.vspu.edu.ua/index.php?event=831> (2018), <https://vspu.edu.ua/index.php?event=1099> (2019), <https://www.facebook.com/275951289683204/posts/715144855763843/> (2020)). Серед запрошених гостей-учасників викладачі факультету МФКН ВДПУ імені Михайла Коцюбинського, ВАНО, викладачі математики Вінницького центру освітніх технологій, переможець II (обласного) етапу Всеукраїнського конкурсу «Учитель року», вчителі вищої категорії ФМГ №17, Подільського науково-технічного ліцею, КЗ ЗШ №16, №20 ВМР– переможці у номінації «Вибір українців» премії Global Teacher Prize Ukraine 2019, методисти комунальної установи «Міський методичний кабінет» ДО ВМР, керівники ІТ-компанії. Багато з гостей є випускниками нашого факультету.

Інтенсивні взаємні обговорення учасників Форсайту з багатьох сфер діяльності показують пряму зацікавленість у вирішенні проблем підготовки бакалавра математики та інформатики. Дорожні карти Форсайту зафіксовані у відповідних документах кафедри, спільних засіданнях стейкхолдерів і викладачів, прийняті відповідні рішення.

Технології Форсайтингу, які ми використовували: аналіз взаємних впливів, експертні панелі, огляд джерел, технологічні дорожні карти [4].

Виділимо декілька коротко- і середньострокових дорожних карт, які можна залучати до активних дій у підготовці бакалавра математики:

1. в умовах синергетичного освітнього простору надзвичайно важливим є постійний моніторинг математичної освіти у різних країнах, дослідження інтеграційних процесів й моделювання на їх основі підготовки бакалавра;
2. фундаменталізація професійної підготовки бакалавра математики, яка передбачає ретельний добір фундаментального ядра змістового, процесуального, управлінського блоків, блоку практичної підготовки;
3. творча співпраця викладача і студента, реалізація суб'єкт-суб'єктних взаємин викладача і студента за активної ролі студента;
4. забезпечення інформатизації навчального процесу та доступ до міжнародних інформаційних систем у ЗВО;
5. регулярна модернізація освітніх програм, навчальних планів;
6. розвиток змішаного навчання, зокрема можливість співпраці з іншими університетами України та зарубіжжя; активне використання дистанційного навчання: створення відкритих освітніх ресурсів: сайтів, YouTube-каналів тощо;
7. популяризація математики як необхідної умови розвиненого суспільства.

Таким чином, підготовка бакалавра математики вимагає пошуку нових можливостей і нових підходів, а форсайт-технології дозволяють ухвалювати стратегічні рішення. Однак математична освіта в суспільстві стане затребуваною, коли саме суспільство в цілому і кожна людина зокрема усвідомить важливість такої підготовки для економічного процвітання країни.

References

1. Kvitka S.A. Foresight as the technology of the future: the latest mechanisms of interaction of public authorities, business and civil companies. *Aspekty publichnogo upravlinya*. 2016. № 8 (34). P. 5-15.
2. Kovtonyuk M.M. Fundamentalisation of professional preparedness of future teachers of mathematics - bachelor level: a monograph. *Vinnytsia: TOV firma «Planer»*, 2013. 424 p.
3. Reshetnyak O.I. Foresight methods in the management of scientific and technological development. *Efektivna ekonomica*. 2019. № 12. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7492>. DOI: [10.32702/2307-2105-2019.12.67](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.12.67).
4. Filippova V.D. Foresight-technology as a tool for the formation and implementation of state policy in the field of pedagogical education. *Teoria ta praktyka dershavnogo upravlinnya I misceвого samovryaduvannya: electron. nauk. fach. vyd.*, 2020. №1. http://el-zbim-du.at.ua/2020_1/30.pdf.

Ivan Lenchuk, Dr. Sc.

Ivan Franko Zhytomyr State University, Zhytomyr, Ukraine

e-mail: lench456@gmail.com

INTERNAL PROJECTION METHOD AND CUBE METRIC

Abstract. Constructive (constructive) stereometry often uses the method of internal projection in solving various proposals, which allows to reduce each of them to a simpler or previously solved problem. We have demonstrated in the text just such a technique for establishing the essence of important metric characteristics of the cube.

Key words and phrases. Constructive stereometry, internal projection, cube metric, common perpendicular.

Усі уявляють куб і добре знають його очевидні метричні властивості. Суть важливим *метричним* фактом є також те, що кожна діагональ куба має дві й лише дві перпендикулярні площини, які ділять її на три рівні частини, що легко довести операцією *внутрішнього проєкціювання*. Варто розуміти, що коли на рисунку діагональ визначається двома протилежними вершинами куба, то кожна із площин, перпендикулярних цій діагоналі, – трьома іншими вершинами, що є кінцями ребер куба, які виходять із обраної кінцевої точки діагоналі.

Задача. Побудуйте спільний перпендикуляр між двома мимобіжними діагоналями суміжних граней куба.

1-й спосіб розв’язання. Нехай A_1B і B_1C – діагоналі суміжних граней куба, задані в умові (рис. 1). Із конструктивного означення спільного перпендикуляра двох мимобіжних прямих безпосередньо випливає алгоритм побудови: **1)** через пряму A_1B проведемо площину $\Sigma(A_1BD)$, паралельну прямій B_1C ($A_1D \parallel B_1C$); **2)** через точку C прямої B_1C проведемо пряму n , перпендикулярну до площини Σ ($n \parallel A_1C$, де $A_1C \perp \Sigma(A_1BD)$); **3)** знайдемо точку P перетину прямої n і площини Σ ; **4)** у площині Σ через точку P проведемо пряму p , паралельну прямій A_1D (і, отже, $p \parallel B_1C$); **5)** знайдемо точку M перетину прямих p і A_1B_1 ; **6)** через точку M проведемо пряму q , паралельну прямій n ; **7)** зафіксуємо точку N перетину прямих q і B_1C . MN – шуканий спільний перпендикуляр. *Графічно* на проекційному кресленні куба відтворено класичну модель в її розв’язанні.

2-й спосіб розв’язання. Інколи ж, як відомо, доречно обрати пріоритетним інший побудовний метод (рис. 2).

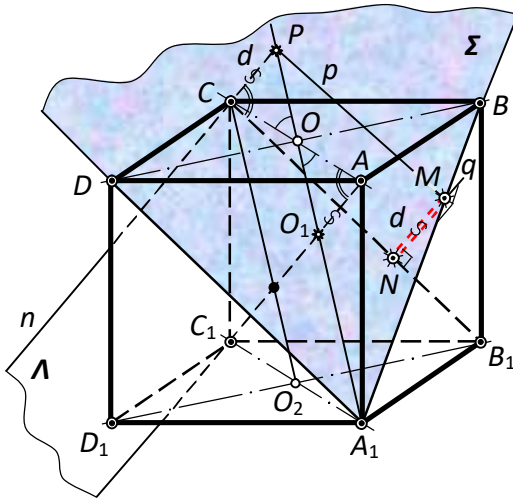


Рис. 1

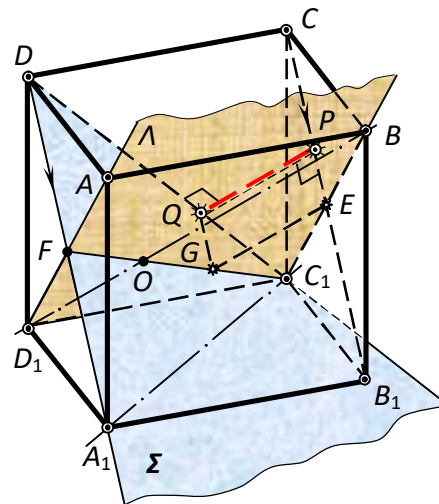


Рис. 2

Отже, площину Λ , перпендикулярну діагоналі CB_1 у грані куба CC_1B_1B , побудовно зручно задати (творчий момент) його діагональним перерізом ABC_1D_1 ($BD_1 \subset \Lambda(ABC_1D_1)$, $CB_1 \perp C_1B$, $CB_1 \perp D_1C_1$), адже Λ вміщує ще й точку C_1 діагоналі

C_1D , яка мимобіжна з CB_1 і належить грані DD_1C_1C , що суміжна із гранню CC_1B_1B . CB_1 у **внутрішньому ортогональному проєкціюванні** за напрямом $C \rightarrow B_1$ вироджується на площину Λ в точку E , а C_1D відбивається у відрізок C_1F , яким визначається пряма перетину площини Λ із площиною $\Sigma(DA_1C_1)$, що перпендикулярно розміщена до діагоналі BD_1 . Тепер опустити перпендикуляр із точки E на пряму C_1F неважко. Він, по-перше, паралельний до BD_1 і, по-друге, матиме своєю основою точку G у перетині з C_1F . **Оберненим проєкціюванням** за напрямом $B_1 \rightarrow C$ легко зображаємо спільний перпендикуляр PQ заданих мимобіжних прямих CB_1 і C_1D .

3-й спосіб розв'язання. Нехай у ролі мимобіжних прямих двох суміжних граней куба AA_1B_1B і BB_1C_1C , що задані умовою задачі, будуть їх діагоналі AB_1 і BC_1 відповідно (рис. 3). Діагональ CA_1 куба є похилою до обох указаних граней. **Проекціюємо CA_1 ортогонально** на ліву грань куба за напрямом $C \rightarrow B$ в іншу діагональ цієї ж грані BA_1 , яка перпендикулярна AB_1 , а на передню грань – за напрямом $A_1 \rightarrow B_1$ у діагональ CB_1 , яка перпендикулярна BC_1 . Тоді, згідно з узагальненою теоремою про три перпендикуляри, $CA_1 \perp AB_1$ і $CA_1 \perp BC_1$. Таким чином, CA_1 перпендикулярна обом заданим діагоналям.

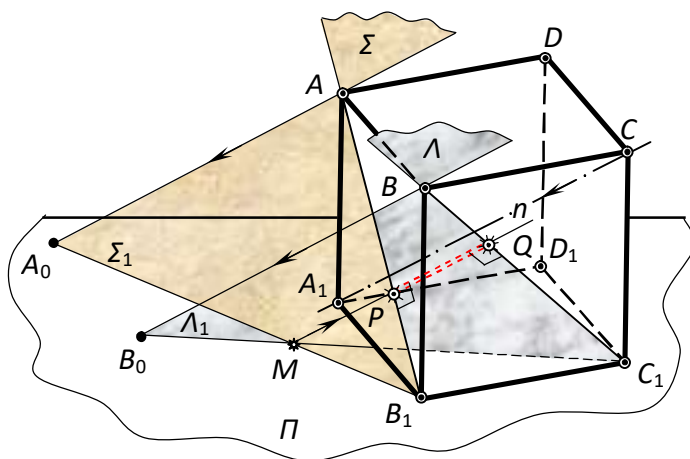


Рис. 3

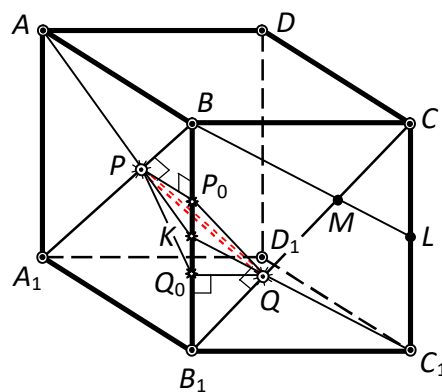


Рис. 4

Далі, взявши до уваги встановлений факт, виконаємо ще одне **внутрішнє косокутне проєкціювання** прямих AB_1 і BC_1 за напрямом $C \rightarrow A_1$, тепер уже на площину основи куба $A_1B_1C_1D_1$. Із цим, через точки A та B проведемо проєкціювальні промені, паралельні CA_1 , і відкладемо на них відрізки AA_0 і BB_0 , рівні CA_1 . A_0 й B_0 – точки перетину променів *внутрішнього проєкціювання* з основною площиною, а A_0B_1 і B_0C_1 , що перетинаються в точці M , є виродженими (слід-) проєкціями двох проєкціювальних площин $\Sigma(AA_0 \cap AB_1)$ і $\Lambda(BB_0 \cap BC_1)$. Перша з них проєкціює AB_1 , а друга – BC_1 . Відомо, що дві проєкціювальні площини мають у своєму перетині проєкціювальну пряму. Шляхом **оберненого внутрішнього проєкціювання** проведемо через точку M пряму n , паралельну напрямку $A_1 \rightarrow C$, а отже, паралельну A_0A та B_0B ; зафіксуємо точки P , Q перетину останньої з діагоналями AB_1 , BC_1 : $P = n \cap AB_1$, $Q = n \cap BC_1$. Оскільки n – спільна пряма площин Σ і Λ , а $AB_1 \subset \Sigma$, $BC_1 \subset \Lambda$, то точки P і Q обов'язково реально існують. У свою чергу, $n \parallel C_1A$, а $CA_1 \perp AB_1$ і $CA_1 \perp BC_1$. Тому відрізок PQ – шуканий спільний перпендикуляр до AB_1 і BC_1 .

4-й спосіб розв'язання продемонстровано на рисунку 4. Тут, знову ж таки, спільний перпендикуляр діагоналей A_1B і B_1C змодельовано **внутрішнім проєкціюванням** відрізка PQ на передню BB_1C_1C та ліву AA_1B_1B грані куба. Задачу розв'язано в чотири етапи: **аналізу, побудови, доведення, дослідження**.

Висновок: внутрішнє проєкціювання – метод конструктивної стереометрії.

Ivanna Leonova

Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: leonovaim@vspu.edu.ua

USING YOUTUBE VIDEO SOURCES AT DISTANCE LEARNING

Abstract. The article analyzes the effectiveness of the use of social networks and YouTube video hosting during distance learning among 4th year students of FMFCS of Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University.

Key words and phrases: YouTube, social networks, distance learning.

Реалії сьогодення змусили викладачів та студентів в повній мірі освоїти дистанційне навчання. На допомогу освітянам прийшли різні програмні засоби, мережа Інтернет та соціальні мережі. Як відомо, нині здобувачі краще сприймають новий матеріал візуально та аудіально. Тому для успішного засвоєння навчального матеріалу студенти часто звертаються до «павутини», зокрема в нагоді стають не лише інформаційні сторінки, а й соціальні мережі (для обміну інформацією) та всім відома відеохостингова платформа YouTube. Все це сприяє розвитку у студентів вміння шукати та аналізувати отриману інформацію, використання її у навчальному процесі та, загалом, саморозвитку навичок професійних компетентностей. Окрім пошуку та використання отриманих даних, студенти можуть самостійно створювати навчальні матеріали, інформативні сторінки у соцмережах та навчальні канали YouTube, які можуть стати корисними у подальшому розвитку їх педагогічної кар'єри.

Окрім основної, розважальної цілі, соціальні мережі стали невід'ємною частиною саморозвитку та самоосвіти суспільства. Тут можна знайти широкий спектр навчальних матеріалів, інфографіки, зображень та відеороликів, які можна використовувати в освітньому процесі або для саморозвитку та самореалізації.

Варто також виокремити переваги використання YouTube під час освітнього процесу та для самонавчання:

- освітяни на YouTube можуть створити власний якісний контент, коментувати інших користувачів тощо;
- доступність до матеріалів та відео-уроків для студентів та інших зацікавлених користувачів у будь-який час та з різних пристроїв;
- краще розуміння та засвоєння складних концепцій, візуалізація даних тощо;
- навчання не залежить від присутності викладача;
- можна створювати власні плейлисти з добіркою необхідних відеоматеріалів для навчання та саморозвитку.

З метою з'ясування ефективності використання соціальних мереж та, зокрема, відеохостингу YouTube, серед студентів четвертого курсу ВДПУ імені М. Коцюбинського спеціальності 111 Математика (загалом 11 осіб) було проведено он-лайн опитування. Студентам були поставлені тестові питання відкритої та закритої форми щодо використання соцмереж та YouTube у навчальних цілях та як це сприяє засвоєнню навчального матеріалу при самостійному вивченні. Аналіз відповідей проведено далі.

Серед відповідей на питання «Як можна використовувати YouTube під час навчання?» можна виділити наступні:

- перегляд відео для кращого розуміння матеріалу;
- створення власних каналів з навчальним контентом;
- участь у вебінарах.

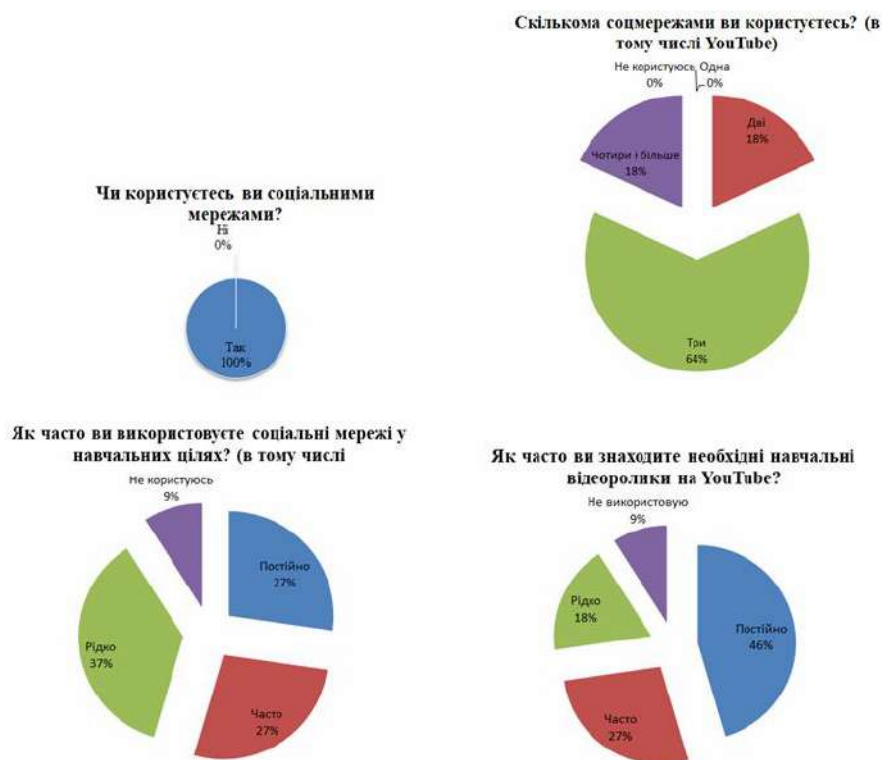


Рис.1. Деякі з питань опитувальника

На питання «Якими YouTube каналами з математики ви користувались?» студенти вказали такі відповіді:

- EdEra (безкоштовні відео-уроки з підготовки до ЗНО, в тому числі й з математики);
- Математика ЗНО – РОЗУМСКУЛ (канал з відеороликами підготовки до ЗНО з математики);
- Канал Сергія Ткаченка (одноіменний проект викладача математики, який оригінально та зрозуміло викладає матеріал)
- Математика – Просто (проект з пояснення задач з вищої математики та цікавими фактами про науку і науковців) та інші.

Також більшість опитуваних зауважило, що вони використовували відеоролики як при підготовці до аудиторних занять, так і під час проходження педагогічної практики у ЗЗСО.

Проаналізувавши усі відповіді можна зробити висновок, що під час дистанційного навчання студенти шукають і переглядають відеоролики на YouTube, щоб краще зрозуміти навчальний матеріал, та використовують в освітніх цілях під час підготовки до занять, але у більшості випадків все ж користуються даною платформою за її основною метою – розважальною.

References

1. Chintalapati N. Examining the use of YouTube as a learning resource in higher education / N. Chintalapati. — Mode of access: <https://scholar.google.co.in/citations?user=Qdo1GhMAAAAJ&hl=en>. — Title from the screen.
2. Sierov Y., Solomon A. The specifics of using YouTube channels as a base for knowledge to effectively learn of foreign language. - Mode of access: https://vkr_2018_6_12.pdf
3. Skalalyuk, O. (2019). Formation and development of the informational and educational environment of a modern educational institution. http://www.confcontact.com/2014-alyansnauk/pe4_sakalyuk.htm (in Ukrainian)

Sergey Likhashorsky*, Postgraduate

Irina Khomyuk**, Dr. Sc.

Victor Khomyuk**, Ph. D.

*Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: lihashorskiy@gmail.com

**Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: vikiraivh@gmail.com

***Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: vikiravvh@gmail.com

USING CHAT-BOTS AS AN INTERACTIVE TECHNOLOGY IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Abstract. The article considers the use of chatbots in the educational process in order to better remember the material of the disciplines being studied. Based on Ebbinghaus's research on the

workings of memory, various learning strategies have been developed, which are based on the periodic repetition of information at certain intervals, which helps to increase the efficiency of memorizing material.

Keywords: educational process, repetition of information, memory, chatbots.

Зміни соціально-економічних та освітніх орієнтирів суспільства зумовила пошук нових підходів до конструювання освітнього процесу у ЗВО. У низці завдань реформування вітчизняної освіти одне з пріоритетних, ключових місць займала і займає проблема комплексної перебудови освітнього процесу у ЗВО.

Перебудова системи освіти породжує необхідність підвищення якості професійної підготовки фахівців. Викладач має вчасно коригувати методи навчання в залежності від ступеня засвоєння матеріалу: вчасно ускладнювати репродуктивні завдання чи, навпаки, повторити, закріпити ще раз, роз'яснити, проаналізувати помилки. На сьогодні педагогічною наукою напрацьовано велику кількість інноваційних технологій, які активно впроваджуються в освітній процес ЗВО [1-4]. Питанням контролю знань, проблем удосконалення форм контролю, дослідження тестових методик контролю займалися такі вчені та методисти, як: Ю.К.Бабанський, Л.М.Дибкова, М.Б.Євтух, М.І.Жалдак, Е.В.Лузік, Н.В.Морзе, О.Д.Погрібна, Ю.С.Рамський та ін.

В сучасному світі іде велика конкуренція за увагу людей, маркетологи розробляють кожен день нові технології, щоб зацікавити, затримати і спонукати до якоїсь дії клієнта. Одна з таких технологій – це використання чат ботів для інтервального нагадування про свій продукт. Цю технологію можна обернути на свою користь і використовувати її для вивчення фундаментальних законів того чи іншого предмету спираючись на дослідження Еббінгауза про роботу нашої пам'яті.

Пам'ять підпорядковується певним законам і патернам, які ще в кінці 19 століття вивів Еббінгауз. А якщо знати всі механізми, згідно яких працює наша

пам'ять, то це можна використовувати собі на користь, що і спробуємо реалізувати в даній роботі.

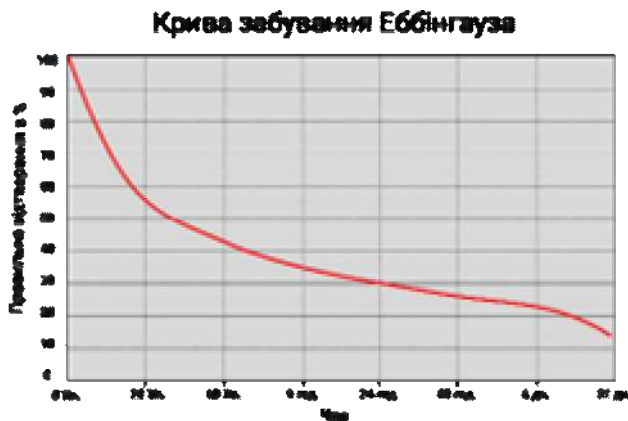


Рисунок 1. Залежність між часом і відсотком відтвореної інформації

З графіку видно, що впродовж перших 20 хвилин у нашій пам'яті залишається більше половини тієї інформації, яку зчитали. Через 60 хвилин – менше половини, а через 24 години – близько 34 % тієї інформації, що була завчена. Майже через тиждень ми пам'ятаємо близько 23%. І лише 15% міцно зберігається, того що було вивчено. Крива осмисленого матеріалу дещо відрізняється, ми пам'ятаємо інформацію довше, але для нашого експерименту буде достатньо і цієї інформації.

Виходячи з дослідження про пам'ять можна розробити різні стратегії навчання, якщо потрібно запам'ятати великі масиви інформації на короткий час – то варіант «зазубрювання» підійде найкраще. Але, на жаль, через деякий час ця інформація, яку було поглинуто забудеться і користі ніякої не буде, крім того витрачено час на навчання і не отримано бажаного результату. Еббінгауз не тільки вивів закономірності, згідно яким працює наша пам'ять, він також визначив метод, як можна запам'ятати до 95% інформації.

Вся справа в раціональному нагадуванні і повторенні. Періодичне повторення інформації через деякі проміжки часу допомагають збільшити

ефективність запам'ятовування на порядок. В звичайному випадку ми дізнались, що залишається 10-15% зчитаної інформації. Але якщо повторити провести 5 ітерацій повторення, ми збільшимо відсоток до 95.

Головна задача підібрати час повторення і завдяки нашому телеграм чат ботові «@ EasyLearner_bot» він буде виконувати цю функцію за нас. Все що потрібно зробити це додати потрібну інформацію до бота і не пропускати повідомлення від нього. Також можна розширити функціонал, підключити штучний інтелект, який буде вести осмислену розмову зі студентом і перевіряти його рівень знань, той матеріал який вже вивчив, вилучити і тому подібне. Або як варіант підключити функцію пожертвування деяких коштів на благодійний фонд за кожен неправильну відповідь. Відносно легке налаштування бота допоможе реалізувати будь-яку систему заохочення.

Побудуємо періоди повторень виходячи з першого рисунка: 0 повторення – перше ознайомлення з матеріалом, 1 повторення – зразу після вивчення, 2 повторення – через 10-20 хв, 3 повторення – через 8-12 годин, 4 повторення – через 24-32 години, 5 повторення – через 3-5 днів.

Якщо продовжити графік, то шосте повторення можна зробити через місяць, а сьоме через чотири місяці. Це на випадок, коли інформацію треба пам'ятати все життя.

```
1 import telebot
2 import time
3 arr_term = []
4 bot = telebot.TeleBot("1077800332PvXGdauZ1Rr3Uz654qy7Do4")
5 cnt=0
6 time_arr = [1, 100, 1000, 10000, 100000] * 10 * 1000 * 10 - 100000 * 100000 * 100000 * 100000
7 bot.message_handler(commands=['add'])
8 def send(message):
9     global cnt
10    arr_term.append(message.text)
11    bot.reply_to(message, str(arr_term[cnt]))
12    cnt+=1
13
14 bot.message_handler(commands=['all'])
15 def send(message):
16    cnt=0
17    for i in arr_term:
18        bot.reply_to(message, i)
19        time.sleep(time_arr[cnt])
20
21 bot.message_handler(commands=['start', 'help'])
22 def send_welcome(message):
23    bot.reply_to(message, "Привіт, як справи, чи хочеш навчатися? Натисни /add і собі терміни")
24 bot.polling()
```

Рисунок 2. Лістинг коду програми чат-бота

Як бачимо, дана реалізація програми займає всього 25 рядків, варто відмітити масив часових інтервалів `time_arr`, в ньому можна підібрати різні проміжки часу і цим збільшувати ефективність навчання.

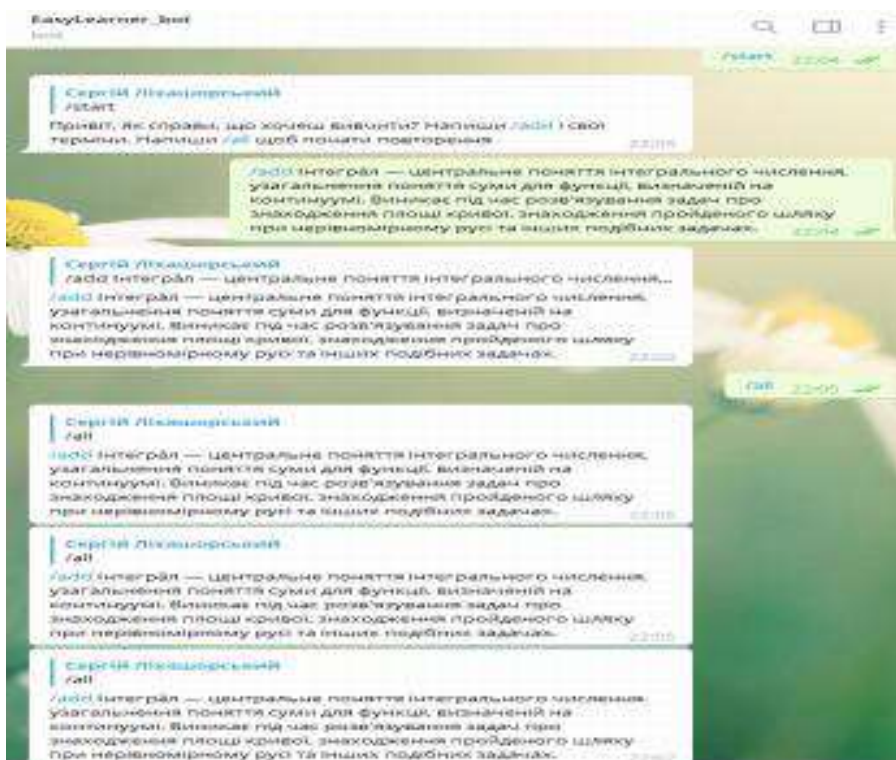


Рисунок 3. Приклад роботи даного чат бота

Як бачимо на рис.3 друге повторення прийшло через 2 хвилини, а не через 10 хвилин, це зроблено навмисно, щоб продемонструвати швидше роботоспроможність програми.

Отже, використання будь-яких інноваційних технологій вимагає від викладача професійності та майстерності адаптування відповідної технології до конкретної дисципліни, що вивчається.

References

1. Khomyuk I.V., Khomyuk V.V. Introduction of inte active technologies in the process of teaching r fundamental disciplines in technical universities. *Collection of scientific works of the Military Institute of Kyiv National Taras Shevchenko University*. 2013. Vol.41. P. 81–85.
2. Khomyuk I.V. Application of non-traditional tools for assessing the educ students in higher mathematics. *Visnyk VPI*. 2013. Vol. 4. P.127 - 131.
3. Khomyuk I.V., Khomyuk Y.V. Some theoretical aspects of implem entation of innovative technologies in the process of studying mathematical disciplines [Electronic resource]. *Proceedings of the International scientific-methodical Internet conference "Innovative pedagogical technologies in the training of future professionals in higher education: experience, problems, prospects"*. 2013. Access mode: <http://conf.vm.vntu.edu.ua/inpedtex2013/>
4. Khomyuk I.V., Sachanyuk-Kavetska N.V. The use of test control of students' knowledge in the process of studying higher mathematics. *Scientific notes. Series: Problems of methods of physical mathematical and technological education*. 2016. Part 2. Vol.9. P. 43 - 50.

Rostislav Motsyk, Ph. D.

Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohiienko University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine
e-mail: motsyk@kpnu.edu.ua

MOBILE LEARNING MANAGEMENT SYSTEM

Abstract. We consider the main purpose of mobile learning and identify several areas of its implementation, reveals the features of the use of mobile information and communication technologies in the educational process.

Key words and phrases: mobile learning, mobile applications, information resources.

Сьогодні можливість навчатися будь-де і будь-коли є загально визнаними особливостями життя людини в інформаційному суспільстві.

Така можливість забезпечується, зокрема, й за допомогою технологій мобільного навчання – нових технологій навчання, що базуються на інтенсивному застосуванні сучасних мобільних засобів зв'язку та інформаційних технологій. Використання сучасних мобільних засобів (смартфони, персональні комунікатори, планшети та ін.) забезпечує функціональні можливості, що не поступається в багатьох випадках за використання комп'ютерів середньої потужності. Мобільні технології навчання тісно пов'язані з навчальною мобільністю в тому розумінні, що студенти мають можливість брати участь в освітніх заходах без обмежень у часі та просторі.

Мобільне навчання, з одного боку, є різновидом дистанційного навчання, а з іншого – навчання з використанням мобільних складових сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Але у порівнянні з цими видами навчання через мобільне навчання надається суб'єктові, який навчається, більша кількість «ступенів вільності» – вища інтерактивність, більша свобода переміщень, більша кількість технічних засобів для навчання, основними з яких є нетбуки, планшетні персональні комп'ютери (Tablet PC), персональні цифрові помічники (Personal Digital Assistants – PDA), аудіопрогравачі для запису та прослуховування лекцій, електронні підручники, мобільні телефони, смартфони, кишенькові ПК (КПК) та інше[1].

Можна виокремити деякі особливості мобільного навчання:

1. Студенти можуть використовувати мобільні пристрої для навчання в тих випадках, коли вони не можуть скористатися книгою чи комп'ютером;
2. За допомогою мобільного навчання студенти можуть використовувати вільні проміжки часу;
3. Використання мобільного навчання надає можливість здійснювати з використанням веб-орієнтованих систем спільну роботу над проектом в

дистанційному (on-line) режимі, мобільний блогінг (спосіб публікації матеріалів на сайті або в блозі з мобільного пристрою), індивідуалізоване навчання, роботу у групах, сумісні дослідження в режимі on-line, рівний доступ до навчання;

4. Мобільні додатки є компактними та забезпечуються можливістю продовження роботи з того місця, на якому вони була перервані;

5. Через мобільні додатки доступні інформаційні ресурси мережі Інтернет, а також вони синхронізовані з мобільними засобами навчання [1, с.65-73].

Унікальними властивостями мобільного навчання є: можливість одночасної взаємодії викладача як з одним студентом, так і з групою студентів; можливість динамічного генерування навчального матеріалу в залежності від місця знаходження студентів, змісту навчання та способу використання мобільних пристроїв; можливість виконання окремих навчальних дій студентів у будь-який час і в будь-якому місці; можливість реалізації змішаного навчання.

Основне призначення мобільного навчання полягає в тому, щоб покращити знання людини в тій галузі знань, яку вона обрала, і в той момент, коли їй це потрібно.

На відміну від дистанційного навчання, мобільне навчання є доступнішим для більшості студентів, а за використанням мобільних інформаційно-комунікаційних технологій навчання розкривається достатній потенціал стосовно гнучкості навчання в разі використання та підтримки традиційного навчання.

Для реалізації мобільного навчання в закладах вищої освіти потрібно створити відповідні середовища мобільного навчання, визначальними особливостями яких є можливість завантаження і встановлення відповідного програмного забезпечення та масивів даних і повідомлень та наявність розвинених засобів отримання доступу до інформаційних ресурсів середовища та їх опрацювання.

Системи мобільного навчання є новими технологіями, на основі яких у закладах вищої освіти повинні створюватися нові навчальні середовища, на основі яких студенти можуть отримувати доступ до інформаційних ресурсів навчального призначення (навчальних матеріалів) в будь-який час та в будь-якому місці, що робить процес навчання більш гнучким, застосовним за різних обставин і ситуацій та надає можливість студентам розширювати свої знання самостійно в разі потреби.

На основі технологій мобільного навчання сьогодні можна забезпечувати доступ до широкого кола інформаційних ресурсів – від матеріалів на допомогу у виконанні конкретної роботи та опанування автономних навчальних курсів, що завантажуються на мобільний пристрій студента, до повністю мережних навчальних курсів з проблемно орієнтованим програмним забезпеченням, що функціонує на сервері.

Відкритість, розширюваність, швидкий розвиток систем управління мобільним навчанням сприяє їх застосуванню у різних видах навчальної діяльності як викладачів, так і студентів, забезпечуючи гнучкість і задоволення широкого кола освітніх потреб.

References

1. Franchuk V.M. Methods of teaching computer science disciplines in pedagogical universities using web-based systems: a monograph. Kyiv: National Pedagogical Dragomanov University, 2020. - 434 p.

Natalia Shapovalova*, Ph. D.,

Larisa Panchenko**, Ph. D.,

*National Pedagogical Dragomanov University, Kyiv,
Ukraine

e-mail: n.v.shapovalova@npu.edu.ua

**National Pedagogical Dragomanov University, Kyiv,
Ukraine

e-mail: larpan97@gmail.com

MUTUAL LOCATION OF TWO STRAIGHT LINES ON THE LOBACHEVSKY PLANE IN SUPPORTING ABSTRACTS

Abstract. The report presents reference notes that can be used as one of the tools for learning the mutual placement of two lines on the hyperbolic plane.

Key words and phrases: reference abstract, teaching, straight line, hyperbolic plane, theorem, geometry, basics of geometry, distance learning.

Мета полягає у створенні опорних конспектів при навчанні геометрії Лобачевського студентів навчальних закладів вищої освіти при дослідженні взаємного розміщення двох прямих на гіперболічній площині для впровадження в навчальний процес у закладах вищої освіти в умовах дистанційного навчання.

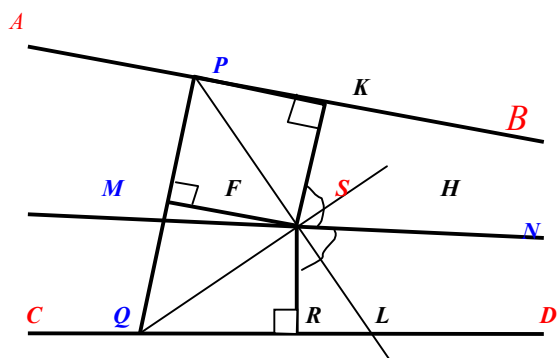
Взаємне розміщення двох прямих на площині Лобачевського.

Геометрія Лобачевського (або гіперболічна геометрія) ґрунтується на аксіомах I—IV груп аксіом абсолютної геометрії + Аксіома Лобачевського.

Ал

Через точку, яка не належить до даної прямої, в площині, яка визначається ними, можна провести не менше двох прямих (принаймні дві прямі), які даної прямої не перетинають.

Т₁. Якщо $AB \parallel CD$, то існує вісь симетрії цих прямих.



$AB \parallel CD \Leftrightarrow \exists P \in AB$
 $Q \in CD$:
 внутрішній промінь $\angle QPB$

Нехай PL — бісектриса $\angle P$
 QH — бісектриса $\angle Q$

$\angle P$
 $\angle Q$

$PL \cap QD \neq \emptyset$
 Чому?

$QH \cap PL = S$ Чому?

Проведемо

$SK \perp AB$
 $SF \perp PQ$
 $SR \perp CD$

$SK = SF$
 $SF = SR$ \Rightarrow $SK = SR$

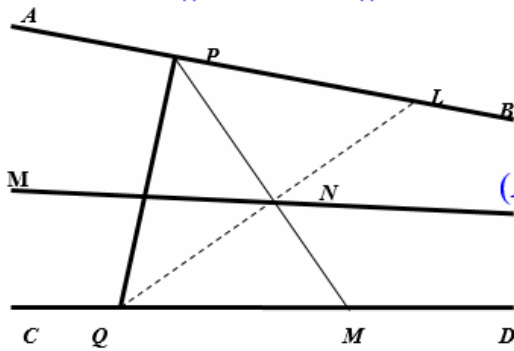
Проведемо MN — бісектрису $\angle KSR$

Оскільки

$SK \perp AB$
 $SR \perp CD$
 $SK = SR$
 $\angle KSN = \angle RSN$

MN — вісь симетрії прямих AB і CD

Т₂. Якщо $AB \parallel CD$, то $CD \parallel AB$.

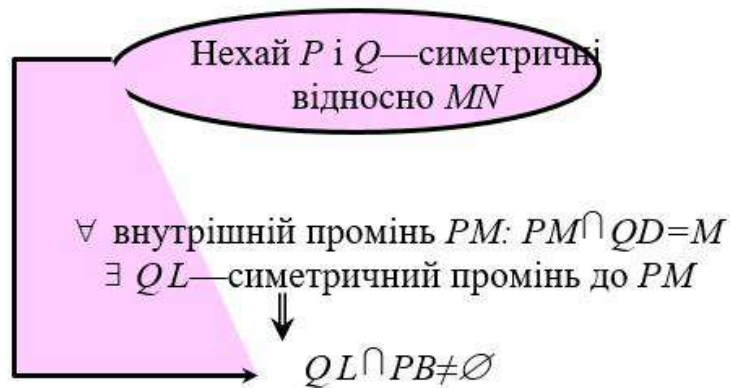


З того, що $AB \parallel CD$

\exists вісь симетрії
(MN)

$\exists P \in AB$
 $Q \in CD$:

внутр. промінь $\angle QPB \dots$



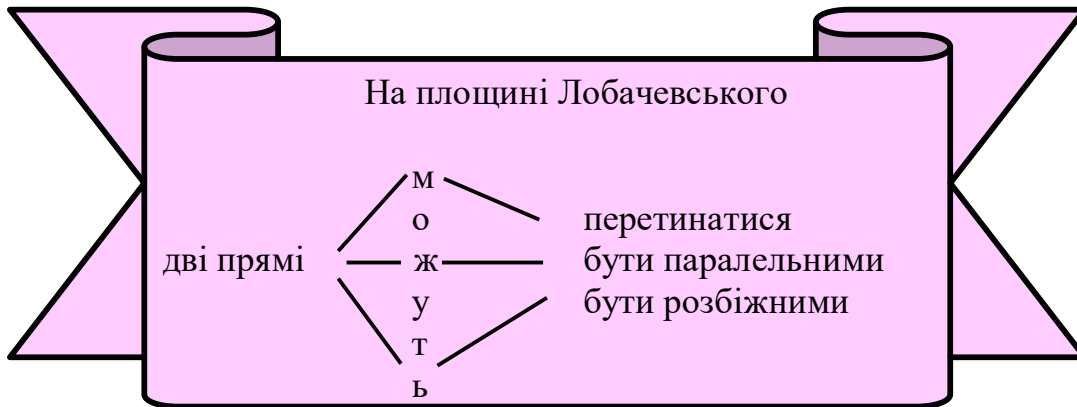
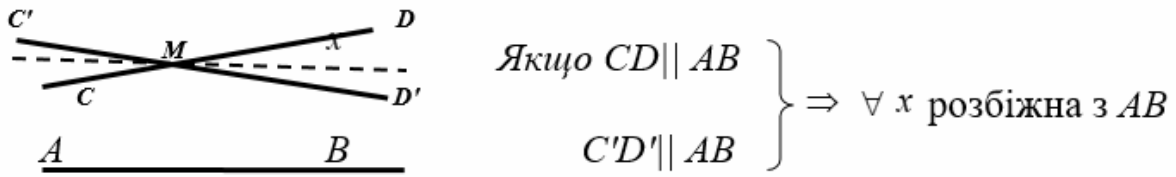
! Якщо припустити: $QL \cap PB = \emptyset$

$PM \cap QD = \emptyset$

Суперечність, бо $AB \parallel CD$

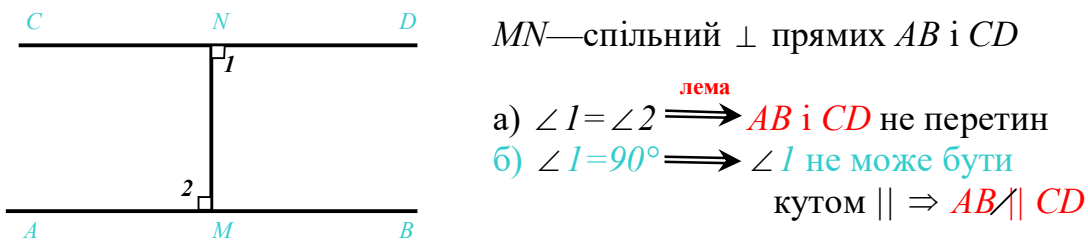
Т₃. Якщо $AB \parallel CD$, $CD \parallel MN \Rightarrow AB \parallel MN$

Означення. Дві прями на площині Лобачевського, які не паралельні і не перетинаються, називаються розбіжними або надпаралельними.



Ознака розбіжності прямих: Дві прямі a і b будуть розбіжними в точці A прямої a , якщо при точці A можна визначити два промені AU і AV , які знаходяться в одній і тій же півплощині відносно a , що і b , і такі, що пряма b лежить у внутрішній області кута $\angle UAV$ і сторін цього кута не перетинає.

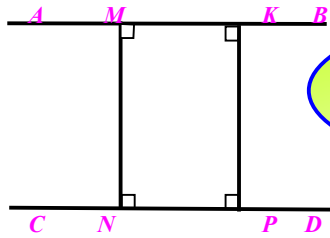
Т4. Дві прямі, які мають спільний перпендикуляр, будуть розбіжні.



Отже, AB і CD —розбіжні

Паралельні прямі на гіперболічній площині не мають спільного перпендикуляра

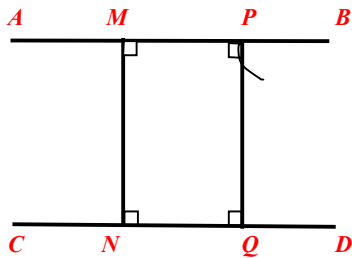
Т5. Дві розбіжні прямі мають єдиний спільний перпендикуляр.



MN —спільний $\perp AB$ і CD . (розб)
 Припустимо $\exists KP \perp AB, KP \perp CD$.

$\sigma_{MNPk} = 4d$ —суперечність!

Т₆. Якщо MN —спільний \perp розбіжних прямих AB і CD ($M \in AB$), то відстань від точки однієї з цих прямих (AB) до іншої збільшується, якщо ця точка віддаляється від основи перпендикуляра (т. M) в обидві сторони.

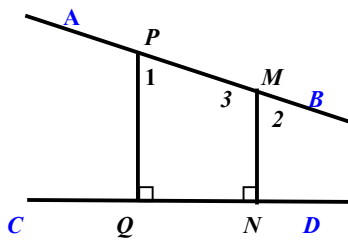


AB і CD розбіжні прямі $MN, PQ \perp CD$,
 $\rho(P, CD) = PQ$

$MNPQ$ —двопрямокутник з основою NQ .

$\sigma_{MNPQ} < 4d$
 $\angle P$ —гострий, $\angle P < \angle M$ $PQ > MN$

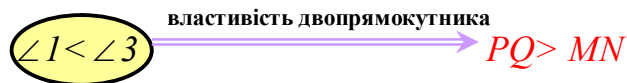
Т₇. Відстань від будь-якої точки однієї з паралельних прямих до іншої зменшується в напрямку паралельності.



$AB \parallel CD$, $\rho(P, CD) = PQ$, $PQ \perp CD \Rightarrow$
 $\angle 1$ —кут паралельності
 $\rho(M, CD) = MN$, $MN \perp CD \Rightarrow$
 $\angle 2$ —кут паралельності

$\angle 1$ —гострий, $\angle 2$ —гострий

$\angle 3$ —тупий



Olena Smalko, Ph. D
Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University,
Kamyanets-Podilsky, Ukraine
e-mail: smalko.olena@kpnu.edu.ua

ABOUT THE NECESSITY AND POSSIBILITIES OF DEVELOPING THE DESIGN SKILLS TO COMPUTER SCIENCE STUDENTS

Abstract. The author substantiates the necessity of developing the design skills to computer science students, which will be needed for the successful creation of modern, high-quality and interesting electronic information resources. The work tells about, by studying which topics, it is possible to ensure the formation of useful theoretical knowledge. In addition, what tasks will be useful for students during practical and laboratory classes in order to develop the necessary competencies.

Key words and phrases: design, design skills, electronic information resources, electronic content, digital content, digital materials, computer science students.

В сучасному інформаційному світі серед величезної кількості різноманітних даних вимогливого комп'ютерного користувача можуть привабити та захопити лише якісно організовані та цікаво оформлені інформаційні ресурси. Для того, щоб такі створювати, їх розробникам потрібно розвивати в себе особливі дизайнерські навички, пристосовані до цифрового контенту та до вимог часу.

В навчальних планах підготовки фахівців з комп'ютерних наук, наприклад серед вибіркових компонентів, обов'язково потрібно передбачати викладання дисциплін, під час яких здобувачі вищої освіти вивчатимуть основи дизайну

сучасних вебсторінок, графічного, типографського, мультимедіа дизайну, а також розвиватимуть навички створення вебсайтів та інших цифрових матеріалів.

З-поміж інших важливих тем, що стосуються веброзробки, принципів сайтобудування, особливостей формування вебконтенту, необхідно приділити увагу розгляду основних вимог до якісного UX/UI-дизайну [9], критеріїв веб'юзабіліті, вивченню особливостей конструювання та наповнення цільових сторінок (або лендінгів), ключових аспектів успішного створення сторінок-вітрин [10], а також цифрових історій [7] і лонгрідів (довгочитів) [3].

Останнім часом значної популярності в журналістиці та блогерстві набув жанр візуального сторітелінгу (всілякі техніки донесення інформації в привабливій візуальній формі) [2, 5, 8]. В сучасних цифрових історіях поєднуються багатоманітні мультимедійні елементи, які повинні гармоніювати та у всій сукупності притаманних їм властивостей керувати увагою читача/глядача.

З появою інтерактивних електронних видань і нових форм комунікації за допомогою Інтернету з'явилась потреба формувати у майбутніх ІТ-фахівців медіадизайнерське бачення при розробці та змістовому наповненні створюваних ними цифрових матеріалів. Вивчаючи досвід знаних дизайнерів, досліджуючи новітні тенденції медіадизайну та практикуючись у проєктуванні різних електронних інформаційних ресурсів, є можливість досягти успіхів у розвитку потрібних компетентностей.

Теоретична підготовка студентів-комп'ютерників повинна поєднувати вивчення як сучасних тенденцій веброзробки й трендів дизайну Інтернет-ресурсів, так і питань, пов'язаних з дослідженням основних положень графічного дизайну, особливостей мультимедійного й анімаційного (або моушн) дизайну, що створюється із застосуванням комп'ютерних технологій, доречних порад щодо

використання вебтипографіки [4] та й загалом специфіки дизайну всього існуючого різноманіття об'єктів Інтернет-простору.

Дуже важливим є добір завдань, що пропонуватимуться для виконання студентам з метою підвищення рівня їхньої майстерності. Комплексні тематичні завдання крім розробки проєктів електронних публікацій різного призначення, лендінгів, цифрових мультимедійних історій, довгочитів, інфографічних матеріалів, прототипів вебсайтів з елементами інтерфейсу тощо, повинні доповнюватись завданнями по дослідженню новітніх технологій, форматів подання електронного контенту та перспективних методів/прийомів його візуалізації [1, 6], а також функціональних можливостей популярних програмних і вебзастосунків, за допомогою яких можна конструювати сучасні цифрові матеріали.

Дуже непросто веброзробникам в часи динамічного розвитку інформаційно-комунікаційних технологій і швидкозмінних уподобань комп'ютерних користувачів завжди бути в курсі всіх сучасних тенденцій інформаційного дизайну загалом і вебдизайну зокрема. Але щоб бути затребуваним на ринку праці, потрібно намагатись встигати опанувати всі необхідні знання та навички, і передусім молодих фахівців ними мають забезпечити заклади вищої освіти.

References

1. Financial times. The New Trade Routes: Silk Road Corridor. One belt, one road. URL: <https://ig.ft.com/sites/special-reports/one-belt-one-road>.
2. Glitter in the Dark. URL: <https://pitchfork.com/features/cover-story/reader/bat-for-lashes>.
3. How to create an awesome long read. URL: <https://medium.com/readymag/how-to-create-an-awesome-long-read-3b0a040f5416>.
4. Shaping Design. The rules of web typography. URL: <https://www.editorx.com/shaping-design/article/web-typography-rules>.
5. Taras Shevchenko. The Biography. URL: <http://shevchenko.ukrlib.com.ua>.
6. The New York Times. The Dawn Wall. El Capitan's Most Unwelcoming Route. URL: <https://www.nytimes.com/interactive/2015/01/09/sports/the-dawn-wall-el-capitan.html>.
7. Tilda Education. 10 Rules of Digital Storytelling. URL: <https://tilda.education/en/articles-10-rules-of-storytelling>.

8. The Straits Times. Inside the Istana. An immersive guide to the President's official residence. URL: <http://graphics.straitstimes.com/STI/STIMEDIA/Interactives/2019/06/istana-at-150-take-a-high-flying-tour/index.html>.
9. UI vs. UX: What's the difference between user interface and user experience? URL: <https://www.usertesting.com/blog/ui-vs-ux>.
10. Outstanding product landing page examples that convert. URL: <https://convertkit.com/product-landing-pages>.

Oksana Turzhanska, Ph. D.

Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: turganskaoksana@gmail.com

PECULIARITIES OF USING SMART-TECHNOLOGIES IN TEACHING MATHEMATICS IN STEM-EDUCATION

Abstract. We consider software in teaching mathematics in terms of STEM education. We analyze the areas of application of mathematical and general purpose programs in teaching mathematics.

Key words and phrases: STEM-education, software, teaching mathematics.

На сучасному етапі глобальних змін в інформаційному суспільстві набирає обертів тренд STEM-освіти. Вона охоплює природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering) та математику (Mathematics).

Аналіз наукових досліджень свідчить, що в Україні є необхідні передумови для формування нового інформаційного суспільства. Це наукові здобутки вітчизняних науковців В. Бикова, Є. Вінниченка, О. Гриб'юка, Р. Гуревича, А. Гуржія, М. Жалдака, М. Кадемії, М. Козяра, Н. Морзе, О. Спіріна, Ю. Триуса та інших. Результати досліджень науковців свідчать, що технології, які базувалися на інформації, трансформуються у технології, які будуть базуватися на взаємодії та знаннях.

Ключовими аспектами STEM-підходу в освіті є [3]:

- інтеграція в єдину парадигму змісту та методології природничих наук, сучасних технологій, зокрема інформаційних, інженерного дизайну та математичного інструментарію;
- конструювання навчальних планів і програм на міждисциплінарних засадах;
- інтегроване навчання відповідно до певних тем, а не окремих дисциплін;
- застосування когнітивних і соціальних технологій, а також трансферу знань;
- навчання на реальних техніко-технологічних, економічних і соціально значущих проблемах;
- акцент на комплексному формуванні наукового та інженерного мислення.

Для повної реалізації STEM-підходу створюють спеціалізовані навчальні кабінети і STEM-лабораторії. З найбільш поширених засобів навчання для здійснення STEM-навчання є конструктори, робото-технічні системи, вимірювальні комплекси та датчики, лабораторні прилади, електронні пристрої (3Dпринтери, комп'ютери, цифрові проектори, проекційні екрани різноманітних моделей, копії-дошки, інтерактивні дошки тощо), Smart-технології.

Особливою формою наскрізного STEM-навчання є інтегровані уроки/заняття, які спрямовані на встановлення міжпредметних зв'язків, що сприяють формуванню в учнів/студентів цілісного, системного світогляду, актуалізації особистісного ставлення до питань, що розглядаються на занятті.

Інтегровані уроки/заняття можуть проводитись двома шляхами:

- через об'єднання схожої тематики кількох навчальних дисциплін;
- через формування інтегрованих курсів шляхом об'єднання навчальних програм таких дисциплін.

Одним із напрямів STEM-освіти є навчання математики у тісному взаємозв'язку з інформатикою. Використання спеціального програмного забезпечення у навчанні математики є одним із шляхів розв'язання такої задачі.

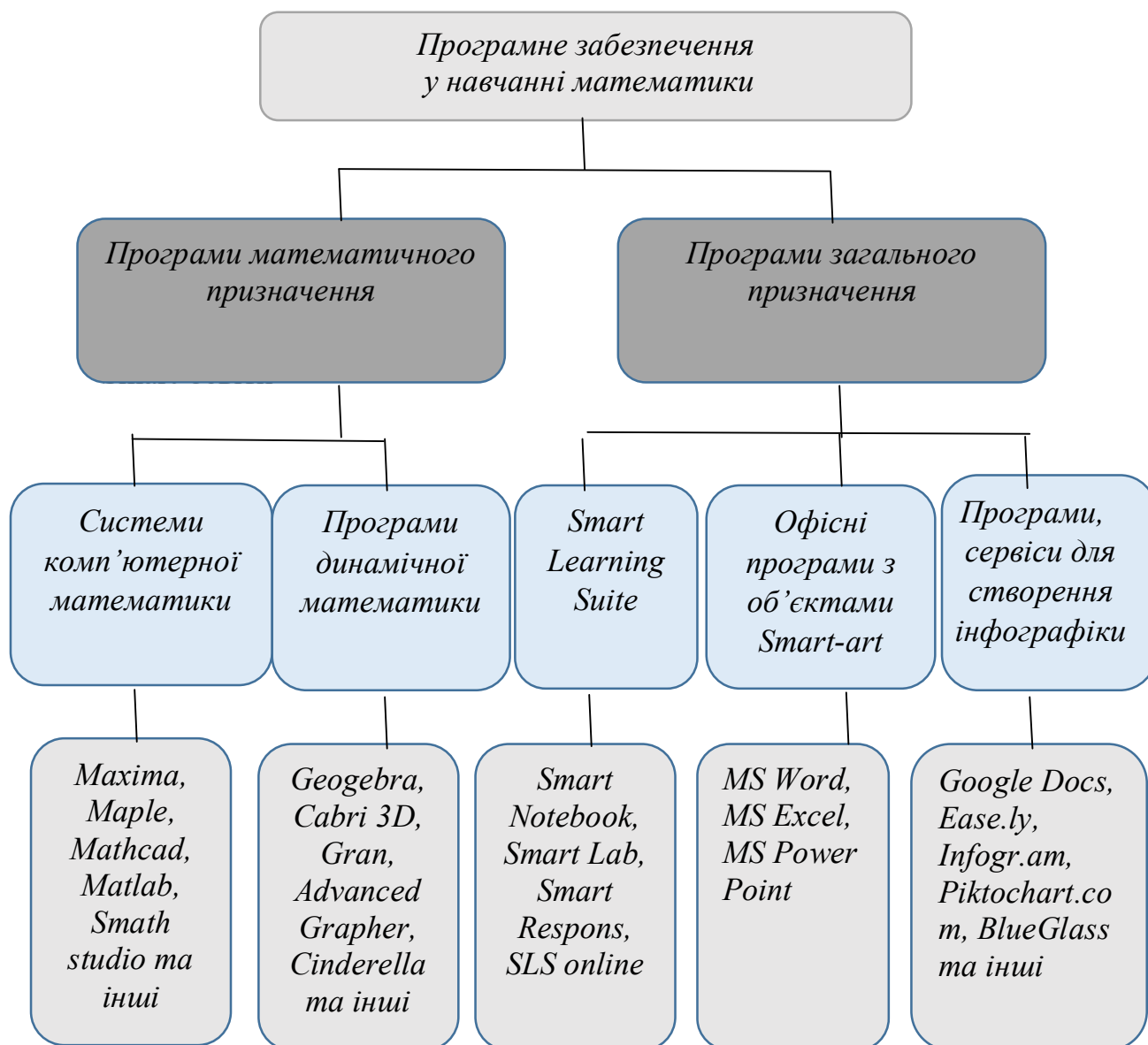


Рис. 1. Комп'ютерні засоби візуалізації математичних знань в системі STEM-освіти

У рамках STEM-навчання програми для підтримки навчання математики розділяють на два кластери: програми математичного і загального призначення

(рис. 1). До програм математичного призначення відносяться: системи комп'ютерної математики і програми динамічної математики.

У дослідженні [4] більш детально розглянуто застосування зазначених програм у навчанні математики.

До програм загального призначення ми відносимо: 1) SMART Learning Suite; 2) офісні програми з об'єктами SMART-ART; 3) програми для створення інфографіки.

До складу SMART Learning Suite (спеціалізоване програмне забезпечення для інтерактивної дошки) входить:

- SMART Notebook (електронний записник) – програмне забезпечення для створення інтерактивних занять, опорних конспектів. SMART Notebook інтегрується з персональними пристроями.
- SMART LAB – конструктор занять для створення інтерактивних завдань з елементами гри, у тому числі і з використанням персональних пристроїв.
- SMART Respons 2 – хмарне рішення для створення і проведення тестування з використанням персональних пристроїв.
- SLS online – хмарна освітня платформа для спільної роботи учасників навчального процесу.

Офісні програми з об'єктами SMART-ART – це текстовий і табличний процесори, програма для створення презентацій.

Інфографіка – це технологія візуального подання інформації про предмети, включаючи взаємозв'язки між ними, образною мовою графіки. Для її створення існують сервіси, серед яких: Vizualize, Google Developers, Easel.ly, Piktochart, Infogr.am, Venngage та інші.

Отже, використання Smart-технологій у навчанні математики вважаємо суттєвим кроком у створенні STEM-орієнтованого освітнього середовища,

оскільки їх функціональна підтримка сприятиме: забезпеченню комунікації між суб'єктами освітнього процесу, їх доступу до різних джерел даних, міждисциплінарним зв'язкам, доцільному використанню комп'ютерно орієнтованих засобів навчання.

References

1. Bezugly D. S. Technology of creating an electronic textbook with built-in interactive applets. *Physical and mathematical education: scientific journal*. 2016. Vol 2 (8). P. 23-28.
2. Semenikhina O. V. *Computer-oriented systems of teaching mathematics*. Sumy: Sumy State Pedagogical University, 2017. 144 p.
3. STEM-osvita [STEM-education]. *Derzhavna naukova ustanova «Instytut modernizatsii zmistu osvity» – State scientific institution «Institute of education content modernization»*. imzo.gov.ua. Retrieved from <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/> [in Ukrainian].
4. Turzhanska O. S. The use of software in teaching mathematics in the system of SMART-education: a collective monograph / ed. acad. R. S. Gurevich. Vinnytsia, 2019. P. 140-155.

Nataliia Zakharchenko, Ph. D.

Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: zakharchenko.nv@vspu.edu.ua

SOME ASPECTS OF DISTANCE LEARNING OF STUDENT IN A CONDITION PANDEMIC

Abstract. The article is devoted to the analysis of some aspects of distance learning. The pandemic has led to the active use of distance learning technologies. The experience of their implementation in the future should be the basis for the development of innovative teaching methods, increase the efficiency of the educational process and improve information and resource provision.

Key words and phrases: pandemic, distance learning, internet technology, information resource provision.

11 березня 2020 Всесвітня організація охорони здоров'я оголосила про спалах коронавірусної інфекції COVID-19, так як вона охопила більшість країн і всі континенти [2].

Пандемія негативно вплинула на всі сфери суспільного життя, не оминула вона також існуючі системи освіти в усьому світі. В Україні Міністерство освіти і

науки рекомендувало українським навчальним закладам, зокрема, і закладам вищої освіти (ЗВО) організувати перехід на змішані та дистанційні форми навчання. ЗВО було доручено забезпечити реалізацію навчальних програм у повному об'ємі.

В дослідженнях, присвячених аналізу дистанційних технологій навчання, зазначається, що ці технології повинні розглядатися і використовуватися як ефективне доповнення до традиційних методів, при цьому не замінюючи всі інші методи і форми навчання [1, 3, 4].

Екстремальний перехід вищої освіти в дистанційний режим в умовах пандемії створив унікальну ситуацію, коли саме дистанційні технології виявилися єдиноможливими до використання. Тому розглянемо й оцінімо основні можливості, перспективи та проблеми дистанційного навчання.

Основними перевагами дистанційного навчання є:

- технологічність – дистанційне навчання з використанням сучасних програмних і технічних засобів сприяє підвищенню ефективності електронного навчання;

- доступність і відкритість навчання – можливість організувати навчальний процес, знаходячись у будь-якому місці земної кулі, де є комп'ютер та Інтернет;

- індивідуальний характер навчання – дистанційне навчання є більш гнучким. Студент має можливість визначати темп навчання, може повертатися по кілька разів до окремих тем і розділів для більш поглибленого вивчення, інтенсивність і тривалість заняття;

- характер навчального матеріалу. Навчальні матеріали повинні враховувати значну частину студентів, які мають невеликий досвід (або взагалі не мають) дистанційного навчання.

Основними недоліками дистанційної форми навчання є:

- відсутність зворотного зв'язку, прямого спілкування з викладачем;
- технічні негаразди під час дистанційної роботи у зв'язку з технічною неготовністю Інтернет-ресурсів до великого навантаження в період пандемії;
- необхідність персонального комп'ютера і доступу до мережі Інтернет. Дистанційне навчання передбачає забезпеченість постійного доступу до джерел інформації, доброї технічної оснащеності. Однак не всі студенти мають комп'ютер і доступ до Інтернету;
- проблема підтвердження особистості користувача при навчанні та перевірці знань;
- необхідність наявності цілої низки індивідуально-психологічних умов. Для дистанційного навчання необхідною умовою є жорстка самодисципліна, а його результат повністю залежить від самостійності та свідомості студента;
- висока трудомісткість розробки курсів дистанційного навчання. Проблема розробки якісного навчально-матеріального забезпечення дистанційного навчання передбачає комплексний підхід програміста-методиста, фахівця в галузі інтернет-технологій, комп'ютерних комунікацій, а також викладача, фахівця в галузі сучасних психолого-педагогічних теорій і технологій;
- недостатня комп'ютерна грамотність студентів, відсутність досвіду дистанційного навчання;
- недостатня розвиненість інформаційно-комунікаційної інфраструктури;
- проблема підготовки кадрів. Екстрений перехід до дистанційного навчання продемонстрував неготовність багатьох учасників навчального процесу до впровадження і сприйняття нетрадиційних цифрових методів навчання. Це пояснюється як відсутністю необхідних «цифрових» компетенцій, так і слабким технічним забезпеченням нових «робочих місць» [3]. Введення дистанційного навчання передбачає додаткові вимоги до підготовки кадрів, в тому числі, до

диференціації навчання. Даний підхід має своєю основою врахування психологічного настрою і психологічних особливостей студентів, а також формування культури мережевої комунікації.

Водночас, разом із очевидними проблемами і недоліками, новий формат навчання має широкий спектр можливостей і перспектив для зміни і вдосконалення освітніх систем [1].

В педагогічній літературі дистанційне навчання визначається як певна організація навчальної діяльності з використанням дистанційних освітніх технологій, що передбачає використання інформаційно-комунікаційної інфраструктури для передачі інформації й опосередкованої синхронної або асинхронної взаємодії студентів і педагогічних працівників [3].

Для викладача сильна сторона онлайн-курсів полягає у можливості самовираження, в передачі свого досвіду студентам; для студентів – у доступності навчання, у можливості підвищити кваліфікацію, набути нові контакти для співпраці у майбутньому.

Для здійснення дистанційного навчання викладач повинен володіти активними методами навчання і допомагати студентам формувати власні стилі навчання в онлайн-режимі, оволодівати можливостями платформи онлайн-навчання і необхідним програмним забезпеченням, долати труднощі і бар'єри електронного спілкування. Для ефективного управління онлайн-курсом викладачі повинні використовувати інструменти стимулювання студентів до вивчення курсу, виховувати у них дисципліну й навички дотримання строків виконання завдань, здійснювати своєчасне оцінювання студентських робіт і надавати оперативний зворотній зв'язок.

Отже, можна зробити висновок про те, що отримання знань в умовах дистанційного навчання досить складний процес. Під час адаптації викладачі

повинні засвоїти основи для можливості навчати, а студенти – для можливості навчатися [4]. Ще одним напрямком у вирішенні даної проблеми є підготовка навчальних закладів для впровадження інформаційно-комунікаційних технологій, а також розвиток освітніх платформ. В цьому разі доцільним є створення єдиного дистанційного освітнього стандарту: електронні платформи, методичні рекомендації, навчальні посібники, а також різні комплекси і програми. Суттєвий вклад у розв’язання даних проблем матимуть нововведення й інновації в галузі дистанційного навчання. Для цього необхідно проводити нові дослідження в галузі використання інформаційних технологій у педагогіці, вивчати впливи інформаційних технологій на педагогіку в цілому, а також на викладачів і студентів.

References

1. Bazelyuk O.V., Spirin O.M., Petrenko L.M., Kalensky A.A., Maiboroda L.A. (2018). Technologies of distance vocational training: methodical manual. Zhytomyr: «Polissya». <https://lib.iitta.gov.ua/713159/>
2. Information from the World Health Organization website (electronic resource). Access mode: <https://www.who.int/ru/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-reiTiarks-at-the-iTiedia-briefing-on-covid-19—11-march-2020/>
3. Painted Y.I. (2020)..Distance learning: realities and prospects. *Bulletin of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine*. 2(1). Access mode: <https://doi.org/10.37472/2707-305X-2020-2-1-10-1>
4. Oleshko A.A., Bondarenko S.M. Improving the system of distance learning in higher education in a pandemic covid-19. Proceedings of the International scientific-practical conference "*Problems of integration of education, science and business in the context of globalization*": abstracts, November 10, 2020 Kyiv: KNUTD. 2020. 189 p. P. 78 – 79.

Tetiana Zhyrova *, Ph. D.

Nataliia Kotenko **, Ph. D.

*Kyiv National University of Trade and Economics, Ukraine
e-mail: zhyrova@knute.edu.ua

** Kyiv National University of Trade and Economics, Ukraine
e-mail: kotenkono@knute.edu.ua

SCRUM-METHODOLOGY AS A MEANS OF CREATING AN EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Abstract. We considered the problem of organizing an appropriate educational environment for future professionals in the field of information technology. In order to ensure the compliance of the educational environment with the requirements of today, the introduction of the scrum methodology into the educational process was considered. As a result, we have formed tasks that solve this approach to the organization of the educational environment..

Key words and phrases: Agile, Scrum, project learning technology, soft skills, Scrum board, Burndown chart.

Основною вимогою сьогодення до системи вищої освіти є гнучкість та швидкість реакції на постійно змінні вимоги до майбутніх фахівців. До фахівців галузі ІТ питання швидкої адаптації до нових вимог потенційних роботодавців є надзвичайно актуальним, оскільки змінними є самі інформаційні технології. Для вирішення даної проблеми доцільно скористатися досвідом провідних гравців на ринку товарів і послуг – Amazon, Google, Intel, Facebook, Microsoft, Toyota, Uber та інших, які у своїх успіхах багато в чому завдячують Agile-підходу, сімейству методологій, які допомагають не лише створювати, але й вчасно реагувати на зміни у нестабільному середовищі [3].

Здійснивши дефінітивний аналіз двох найбільш популярних методологій гнучкої розробки продукту Scrum і Kanban, нами було зроблено висновок, що саме під час застосування Scrum-методології в організації навчального процесу майбутніх фахівців галузі ІТ будуть найкраще формуватися відповідні hard та soft skills, які є необхідними саме сьогодні. Слід зазначити, що даний підхід не є новим. Включенню в освітню систему цього підходу освітяни завдячують Віллі Війнандсу – вчителю хімії та фізики з Нідерландів. Він є ініціатором і засновником EduScrum, і співзасновником Всесвітньої ініціативи «Гнучкий в освіті» [1]. EduScrum – це методологія, в рамках якої студенти вирішують складні

динамічні проблеми, в той же час плідно і творчо досягаючи цілей навчання і розвиваючись особистісно [2].

Незважаючи на те, що тема впровадження Agile-методологій в освітній процес є актуальною серед іноземних і вітчизняних науковців не один рік, в інформаційних джерелах відсутня інформація саме практичного характеру. Тому, в межах даних тез доповіді, нами наведено приклад застосування EduScrum-методології під час вивчення таких дисциплін як «Бази даних», «Web-дизайн та web-програмування» і «Технології розробки та тестування програмного забезпечення». Відповідно до освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення» ОС «бакалавр» дані дисципліни вивчаються протягом одного семестру. Це дає можливість студентам під час практичних занять розробити повноцінний проект, працюючи в малих саморозвиваючих групах, де викладачу відводиться роль або ScrumMaster, або Product Owner. Цей вибір залежить від рівня самостійності кожної створеної команди. Організувавши навчальний процес саме таким чином, було вирішено такі завдання:

- впровадження проектної технології навчання, що відповідає вимогам роботодавців та є початком формування портфоліо студентів;
- здійснення тісних міжпредметних зв'язків. Зауважимо, що ці зв'язки виходять за межі вказаних дисциплін. Враховуючи вимогу роботодавців ІТ галузі щодо рівня володіння англійською мовою – вся проектна документація ведеться саме нею;
- розвиток таких soft skills: робота в команді, відповідальність, комунікативні навички, навички тайм-менеджменту, лідерські навички, володіння технічною іноземною мовою тощо;
- формування відповідних загальних та фахових компетентностей;

- отримання навиків роботи з програмним забезпеченням за умов віддаленої роботи над спільним проектом. Досить велика кількість ІТ фахівців працювала віддалено і до пандемії, але раніше питання організації командної роботи у режимі online в закладах вищої освіти не виникало. Наразі це стало необхідністю, що дало поштовх до отримання навиків роботи з такими сервісами як Microsoft Office 365, зокрема Microsoft Teams або Google, зокрема Google Meet та Classroom тощо. Нами було обрано Microsoft Teams та додаток Trello або Miro, який використовувався у якості ScrumBoard;
- використання Scrum Board, як мотиваційного фактору. Особливістю Scrum-методології є робота по Sprint, де основними артефактами є Scrum Board і Burndown chart. Scrum Board – це інструмент відкритої демонстрації стану поточної роботи Scrum-команди, яка складається з трьох колонок: «зробити», «в процесі», «зроблено». Burndown Chart – це діаграма, що демонструє кількість зробленої роботи і тієї, що залишилася відносно часу на розробку проекту. Така щоденна візуалізація процесу розробки забезпечує мотиваційну складову.
- занурення студентів у середовище, яке наближене до реальних умов їхньої майбутньої професійної діяльності.

Під час застосування EduScrum в навчальному процесі можуть виникнути наступні ризики: заклад вищої освіти в цілому та викладацький склад зокрема не готові до експериментів та впровадження нових методів навчання; робочий час викладача виходить за межі навчального розкладу; студенти не готові до виконання проекту за різними причинами: недостатність теоретичних знань та практичних умінь, складність проекту тощо; складність оцінювання.

Незважаючи на низку перешкод, які можуть виникнути, впровадження EduScrum в освітній процес є перспективним та виправданим напрямом. В результаті якість вищої освіти буде вищою, що, в свою чергу, забезпечить ринок праці конкурентоспроможними фахівцями, а ІТ фірми не будуть вимушені організувати навчальні курси для молодих фахівців.

References

1. Bilynska A. Methodology of EDU-SCRUM in education. New Education [Electronic edition]. - Access mode: <https://osvitanova.com.ua/posts/989>
 2. Deli A., Solingen R., Weinands W. Guide to eduScrum. Rules of the game / ed. D. Sutherland. К.: КУБГ, 2019. Version 1.2 . 36 p.
 3. Slipchyshyn L. V. The use of AGILE-approach in education. Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems: collection. Science. pr. 2020. Vol. 55. P. 236 - 238.
-

SECTION 4. MODERN COMPUTER TECHNOLOGIES IN TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE. METHODS OF TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE IN SECONDARY EDUCATION

Vira Ben', teacher

Litin Secondary School of I-III degrees №1 of the Litin settlement of the Vinnytsia region

e-mail: viraben645@gmail.com

METHODICAL BASES OF TEACHING STUDENTS CREATIVE PROGRAMMING IN COMPUTER SCIENCE LESSONS IN A SPECIALIZED SCHOOL

Abstract. The article presents the methodological foundations for the development of creative programming at computer science lessons in a profile school. The process of development of interest in in-depth study of computer science, the formation of competencies of students from creative programming, in particular, the use of modern digital technologies is investigated. The practical significance of the study is to introduce a methodology for studying students with creative programming in computer science lessons in a profile school, approbation of developed methodological recommendations and training tools for students of creative programming at computer science lessons in a profile school.

Key words and phrases: creativity, programming, scratch, algorithm, program, computer didactic games, multimedia, educational projections.

Сьогодні наука і техніка розвиваються швидкими темпами. Стрімке оновлення освіти також потребує відповідних змін, наприклад, для того, щоб успішно виступати на олімпіадах з інформатики, треба займатися. Заклади вищої освіти, підприємства, що працюють в області цифрових технологій, залучають учнів до наукової діяльності. З цією метою проводяться різноманітні конкурси, вікторини, олімпіади.

Модернізація сучасної національної освіти пов'язана з орієнтацією на діяльнісний підхід, його реалізацією та формуванням в учнівської молоді життєвих компетенцій. Діяльнісний вимір предметної ІКТ-компетентності пов'язують з технологічними, телекомунікаційними, алгоритмічними та логічними вміннями учнів. Тому найбільш гостро стоїть проблема вивчення можливих підходів до організації проєктної освітньої діяльності з інформатики в школі. Така діяльність дозволяє, з одного боку, організувати середовище для самореалізації та самоствердження учнів, і, з іншого боку, сформувати у них бажання працювати над створенням власних проєктів, розвивати пам'ять і навчитися працювати над складними задачами в майбутньому.

Дослідження, проведені науковцями і педагогами, говорять про те, що креативність є найважливішою навичкою в підготовці учнів до труднощів та викликів у сучасному світі. Приміром, Клакстон визначає «креативність, як спосіб задовольнити виклики та незадоволення, сюди входить: відкритість та гумор; практичний інтелект, щоб перетворити ідеї в реальність; енергію та зосередженість» [2]. За даними Всесвітнього економічного форуму, «креативність буде однією з трьох найважливіших навичок, які роботодавці цінуватимуть у своїх працівниках, поряд із критичним мисленням та комплексним вирішенням проблем» [2]. Сучасний світ потребує людей, які здатні поєднувати знання, думки і можливості, а також вирішувати складні соціальні і екологічні проблеми. «Креативність зараз важлива в освіті, як і грамотність. Ми повинні ставитися до неї з таким же статусом», визнає Сер Кен Робінсон [2].

Методична система навчання учнів креативному програмуванню являє собою сукупність основних компонентів: цілі, зміст, методи, засоби, організаційні форми навчання, програмні результати навчання.

Цілі навчання: розвиток інтересу до поглибленого вивчення інформатики, формування компетентностей учнів з креативного програмування; використання сучасних цифрових технологій на уроках інформатики; впровадження методик навчання учнів креативному програмуванню на уроках інформатики; апробація розроблених методичних рекомендацій та засобів навчання учнів креативному програмуванню на уроках інформатики в профільній школі.

Зміст навчання: мова програмування, класифікація та складові мов програмування, особливості середовища розробки, структура програмного проекту, алгоритми і програми, програмні об'єкти та програмне опрацювання події в Scratch 2, вкладені цикли, вкладені розгалуження, величини, команда присвоювання, створення проєктів з використанням вкладених повторень та розгалужень.

Методи навчання: метод проєктів, пошуковий, самостійна робота, практична робота. Засоби навчання: комп'ютер, мультимедійний проектор, інтерактивна дошка, підручники, сучасне прикладне програмне забезпечення, сервіси навчання в Інтернеті. Форми навчання: уроки-лекції, самостійні, практичні заняття різного типу, індивідуальні, робота в групах, проєктна діяльність.

Очікувані результати навчання: розвинені навички алгоритмічного і критичного мислення завдяки блочному програмуванню; розкритий творчий потенціал і креативність через створення власних комп'ютерних ігор, анімацій, візуальних програм; вдосконалені комунікативні навички і вміння працювати в команді завдяки проєктному навчанню у групі; планування процесу розв'язування задач з використанням програмування, готове підґрунтя для вивчення більш складних текстових мов програмування. Програмування допоможе майбутнім програмістам навчитися працювати над створенням власних проєктів, розвинути пам'ять.

В школі створюється відкритий освітній простір, де кожен учень, який є учасником проєкту презентує свої знання і нові ідеї. Учителі, навчаючи учнів програмуванню, створюють для них середовище для творчості, креативності і пізнавальної діяльності, а учні розширюють свої знання, які необхідні кожній людині для успішного життя та майбутньої професії.

References

1. Innovative application of ICT in educational practice of elementary school: Educational and methodical manual for students of the Faculty of Elementary Education. X: HNPU named after G. S. Skovoroda / Andrievskaya VM, Belousova L. I. 2018. 82 seconds
2. Creativity and education. Why does this matter? URL: PgoHigher.org> Creativity_And_Education
3. Method of teaching the theme "Programming in the SCRATCH environment" at school. URL: <https://lektsii.org/6-38384.html>.
4. Training course "Creative Programming" Site of distance learning Informatics Distucty. URL: <https://dystosvita.gnomio.com/>
5. Pedagogical systems, pedagogical processes and pedagogical technologies in a skeletal pedagogical knowledge / G.N. Aleksandrov, N.I. Ivankova, N.V. Timushkin, like Myshev // Educational Technology & Society. - 2000. - No. 3 (2). - R. 134-149.

Halyna Broslavska, Ph. D.

Municipal Establishment “Kharkov Humanitarian-Pedagogical Academy” of Kharkov
Regional Council, Kharkov, Ukraine
e-mail: broslavska2010@gmail.com

QUESTION IS ONE OF THE KNOWLEDGE CONTROL FACTORS IN MATHEMATICS OF EDUCATION APPLICANTS

Abstract. In order to be professionals, good teachers, applicants for education have to study well, master the material of the disciplines that they study in an educational institution. To check their knowledge is simple – to give an assignment to make a crossword or a test with questions.

Key words and phrases: applicants for education, question, answer, knowledge, crossword.

Теперішні освітні заклади, які здійснюють підготовку майбутніх педагогів, багато уваги приділяють формуванню в них професійної компетентності. Адже сучасні ринок праці та суспільство потребують фахівців-професіоналів, які будуть компетентними, висококваліфікованими та конкурентоспроможними.

На думку багатьох вчених та дослідників (Л. С. Ващенко, Р. С. Гуревича, М. І. Жалдака, І. О. Зязюна, Л. М. Мітіної, Н. Г. Ничкало, Т. В. Отрошко, Г. Ф. Пономарьової, О. І. Пометун, А. А. Харківської, А. В. Хуторського, С. О. Сисоєвої, К. В. Шапошникова) професійну компетентність педагога сьогодення визначають наявні в нього досвід роботи, знання, сформовані вміння та навички, а також важливі для кожної людини – її особисті якості (творчість, товариськість, лояльність, терпимість, чуйність, приязність, уміння спілкуватись та інші).

Якщо проаналізувати праці вище згадуваних науковців, то багато з них, зокрема І. О. Зязюн, розглядають поняття професійної (фахової) компетентності викладача у структурі педагогічної майстерності та визначають такі її складові: професійні знання; педагогічна спрямованість особистості викладача на систему цінностей, набутих у процесі життєдіяльності людини; хист до педагогічної діяльності; педагогічна техніка, необхідна для виконання професійних функцій, а саме: уміння володіти собою, керувати своїм емоційним станом, уміння співпрацювати, володіння технікою мовлення тощо [1, С. 119].

Проблемою сучасних випускників шкіл, студентів є не вміння правильно спілкуватись, ставити запитання, які б давали можливість давати на них чітку відповідь.

Наприклад, під час написання кросворду із математики, студентка пише запитання: «Вчений, який любив приймати ванну...», або інше «У трикутника 3 сторони, 2 сторони, а також ...?». Перевіряючи такі роботи, думаєш: «Що вона

мала на увазі?», переконуєшся у тому, що наші здобувачі освіти погано знають теоретичний матеріал із математики, не вміють чітко та зрозуміло для інших формулювати запитання, путають інформацію іншої дисципліни з математикою тощо. Для того, щоб цього не траплялось, потрібно багато зусиль та праці докласти педагогам шкіл та закладів вищої освіти, щоб учні та студенти мали добре сформовані у них знання теоретичного матеріалу, розвинуті вміння знаходити та оперувати різноманітною інформацією для власного саморозвитку й самовдосконалення. Особливо це стосується випускників педагогічних «вишів», адже після закінчення закладу їх призначення – «сіяти вічне, добре та розумне» в нашому суспільстві.

Автор вважає сьогодні у багатьох здобувачів освіти є проблема, яка полягає в тому, що вони не вміють правильно виражати свою думку, ставити запитання. Педагогічним працівникам не слід забувати, що питання більш важливіші, ніж відповіді. Адже саме запитання «спрямовує» діяльність студентів на пошук шляхів його вирішення, «заставляє» здобувача освіти чітко формулювати проблему, передбачати шляхи її вирішення.

Відповіді на поставлені запитання є тимчасовими, їх точність і правильність постійно змінюється у зв'язку з появою нової інформації, фактів та процесів, які відбуваються навколо нас.

Звичайно, питання, які стосуються навчальної дисципліни, також потребують оновлення. Автор звертає увагу на те, що часом, читаючи питання в підручниках, дивуєшся, наскільки вони застаріли і не відповідають дню нинішньому. На жаль, далеко не завжди і сам викладач може ставити правильні питання.

Тому саме розв'язанню цієї проблеми сьогодні потрібно приділяти більше уваги.

References

1. Korabelnikova D.S. Sutnist i struktura fakhovoi kompetentnosti vchytelia khoreohrafi: zbiryk naukovykh prats Berdianskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu. Seria: Pedahohichni nauky. Berdiansk, 2010. № 4. S. 118-121.

Olga Chemerys, Ph. D.
Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine
e-mail: olgachemerys@i.ua

COMPUTER TECHNOLOGIES IN TEACHING LINEAR ALGEBRA

Abstract. Examples of the use of software products for the study of the topic "Jordan form of the matrix" for the educational component "Linear Algebra".

Key words and phrases: linear algebra, Jordan matrix form, characteristic equation, inverse matrix, software products.

Програма вивчення освітньої компоненти «Лінійна алгебра» для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти в Житомирському державному університеті імені Івана Франка відповідає освітньо-професійній програмі Середня освіта (Математика) та складається з трьох модулів, останній з яких присвячено лінійним операторам [2].

Діагональна форма матриці є найбільш простою формою та дозволяє легко виконувати дії з матрицями, зокрема, підносити до степеня чи шукати значення функції від матриць [1]. Важливим моментом у розумінні матеріалу змістової теми є правильний запис жорданової форми матриці. На лекційних заняттях детально розглядається приклади зведення матриці до жорданової форми від другого до четвертого порядку

Нагадаємо алгоритм зведення матриці A до жорданової форми: 1) складемо та розв'яжемо характеристичне рівняння $\det(A - \lambda \cdot E) = 0$ (*); в загальному, ми

вже можемо записати жорданову форму J_A , за розв'язками алгебраїчного рівняння (*) [1]; 2) за одержаними власними значеннями знайдемо власні вектори (можливо, потрібно буде знайти приєднані вектори) та запишемо матрицю T переходу до жорданового базису; 3) до матриці T знайдемо обернену T^{-1} ; 4) виконаємо перевірку $J_A = T^{-1} \cdot A \cdot T$.

Дистанційна форма роботи зі студентами фізико-математичного факультету спеціальності 014.04 Середня освіта (Математика) дозволила урізноманітнити практичні заняття з навчальної дисципліни «Лінійна алгебра», увівши елементи лабораторних занять. Були розроблені інструкції для проведення занять із змішаною формою роботи та використанням програмних продуктів.

Зупинимось на певних моментах у зведенні заданої матриці A до жорданової форми, де ми можемо застосувати *програмне середовище GeoGebra*.

$$A = \begin{pmatrix} 11 & -6 & 12 \\ 4 & 0 & 4 \\ -7 & 5 & -8 \end{pmatrix}$$

Нехай задана матриця $A = \begin{pmatrix} 11 & -6 & 12 \\ 4 & 0 & 4 \\ -7 & 5 & -8 \end{pmatrix}$. Характеристичне для неї

рівняння матиме вигляд $\begin{vmatrix} 11-\lambda & -6 & 12 \\ 4 & -\lambda & 4 \\ -7 & 5 & -8-\lambda \end{vmatrix} = 0$, спростивши яке приходимо до кубічного рівняння $\lambda^3 - 3\lambda^2 + 4 = 0$.

1) Якщо ми перейдемо на вкладку GeoGebra класична (<https://www.geogebra.org/classic>), то при введенні в протоколі побудови функції $y = x^3 - 3x^2 + 4$ на графічному полотні матимемо її графік; далі за точками перетину знайдемо розв'язки цього кубічного рівняння (див. рис. 1а).

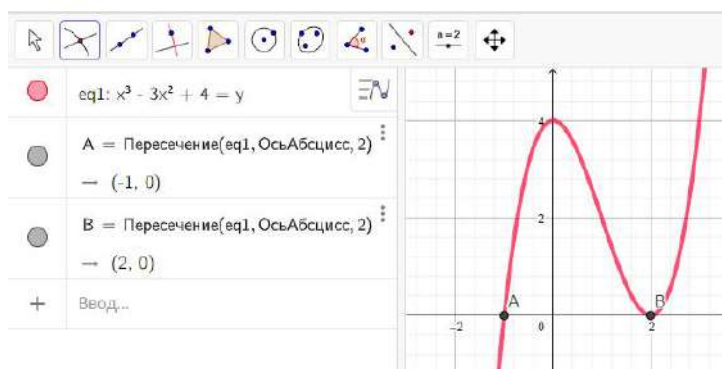


Рис. 1а. Розв’язання рівняння на полотні 2D

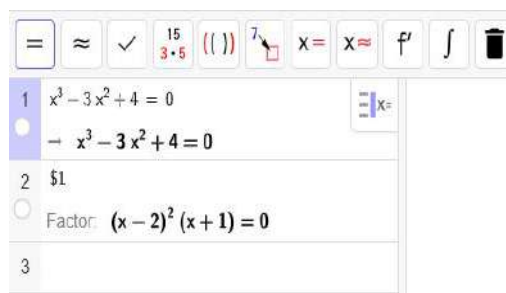


Рис. 1б. Вкладка СКА

2) Якщо ми перейдемо на вкладку СКА (система комп’ютерної алгебри <https://www.geogebra.org/classic#cas>), то при введенні в протоколі побудови $x^3 - 3x^2 + 4 = 0$ та скориставшись інструментом «розклад на множники», теж одержимо значення власних чисел матриці A (див. рис. 1б).

Для знаходження оберненої матриці T^{-1} та жорданової форми J_A перейдемо в табличний редактор MS Excel та скористаємось формулами для знаходження оберненої матриці та множення матриць (див. рис. 2а та 2б).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	матриця A				матриця T				обернена матриця T^{-1}			
2	11	-6	12		0	2	-1		-3	2	-3	
3	4	0	4		2	3	0		2	-1	2	
4	-7	5	-8		1	0	1		3	-2	4	

Рис.2а. Знаходження оберненої матриці

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	матриця А					матриця Т			обернена матриця T^{-1}		
2	11	-6	12		0	2	-1		-3	2	-3
3	4	0	4		2	3	0		2	-1	2
4	-7	5	-8		1	0	1		3	-2	4
5											
6	проміжні обчислення $T^{-1} \cdot A$					Жорданова форма матриці А					
7	-4	3	-4			2	1	0			
8	4	-2	4			0	2	0			
9	-3	2	-4			0	0	-1			
10											
11						$J_A = T^{-1} \cdot A \cdot T$					
12											

Рис. 2б. Обчислення жорданової форми матриці А

Використання програмних середовищ та інформаційних технологій при викладанні дисциплін математичного циклу допомагають осучаснити процес навчання та перевірки якості засвоєння теоретичного матеріалу.

References

1. Avdeeva, T., & Verigina, I. (2016). *Linear operators. Jordan shape of the matrix. Workshop* [E-book]. NTUU "KPI". <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/16847/1/> [in Ukrainian].
2. Sverchevskaya, I., & Chemerys, O. (2020). *Curriculum of the compulsory educational component "Linear Algebra"* [E-book]. Department of Algebra and Geometry. Zhytomyr Ivan Franko State University. <https://eportfolio.zu.edu.ua/op/19/bachelor/2020/> [in Ukrainian].

Liubov Cherkaska*, Ph. D.
Oksana Moskalenko**, Ph. D.
Yurii Moskalenko***, Ph. D.
Olena Kovalenko****

- * Poltava V. G. Korolenko National Pedagogical University, Poltava, Ukraine
e-mail: chelp9@ukr.net
- ** Poltava V. G. Korolenko National Pedagogical University, Poltava, Ukraine
e-mail: oxana.wk@ukr.net
- *** Poltava V. G. Korolenko National Pedagogical University, Poltava, Ukraine
e-mail: math.pnpu@ukr.net
- **** Poltava V. G. Korolenko National Pedagogical University, Poltava, Ukraine
e-mail: k_elen_82@ukr.net

PSYCHOLOGICAL PREREQUISITES FOR THE ORGANIZATION OF TEACHING MATHEMATICS IN SECONDARY SCHOOL

Abstract. The successful teaching of mathematics to secondary school students largely depends on how much the mental and psychological characteristics of students of this age group are taken into consideration. The transformation pace of the adolescents' thinking, memory, and imagination development is discussed in the context of their effective use in the educational process.

Key words and phrases: secondary school students, teaching mathematics, mental functions of adolescents.

Відповідно до загальної схеми періодизації психічного розвитку людини час навчання в основній школі припадає на період підліткового віку. Учіння для підлітка є провідним видом діяльності [1]. І від того, як навчається підліток, залежить його психічний стан, його становлення як особистості. Проте забезпечення успішності освітнього процесу, зокрема навчання математики, можливе лише за умови урахування особливостей та поєднань психічних функцій підлітків: мислення, пам'яті, уяви, почуттів, волі тощо.

Зростаюча роль мислення у психічній діяльності підлітків обумовлена змінами у самому мисленні, його формах, операціях. Динаміка розвитку мислення підлітка залежить від змісту, складності об'єктів пізнавальної діяльності,

характеру мислительних завдань, які учні розв'язують у процесі пізнання. Перші якісні зміни виявляються у трансформації мислення з предметного, наочного в абстрактне, формальне, що позитивно впливає на засвоєння учнями цієї вікової групи понятійного апарату математики. Особливістю розвитку мислення підлітків є формування в них системності, підпорядкованості понять, встановлення зв'язків між поняттями на основі родо-видових залежностей. На новий якісний рівень виходять уміння учнів основної школи проводити логічні міркування, робити правильні обґрунтовані умовиводи, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки. Мислення стає рефлексивним, самостійним, критичним. Бажання і здатність учня розв'язувати завдання без сторонньої допомоги, одержувати певні результати у власних дослідженнях, здобувати нові знання, осмислено ставитися до навчального матеріалу доцільно якомога ефективніше використовувати під час організації навчального процесу. Так, на етапі формування нових знань і вмінь розгляд окремих нескладних за змістом програмових тем можна доручати учням здійснювати самостійно. Роль учителя при цьому зводиться до мотивування такої діяльності школярів, визначення мети, конкретних завдань, а також до оперативного коректування знань учнів після початкового опрацювання ними навчального матеріалу з метою виявлення та усунення допущених помилок, а також проведення профілактичної роботи з їх запобігання. У процесі застосування знань і вмінь учнів їм доцільно пропонувати справи диференційованого характеру з тим, щоб кожен учень обирав завдання відповідно до його здібностей, можливостей, бажань, рівня математичної підготовки. Під час проведення контролювальних заходів кожному учневі надається можливість проявити свою самостійність, виявити власні знання, навички і вміння. На етапі перевірки та післяконтрольної корекції доцільно найбільш важливу роль відводити самим учням: здійснення самоконтролю та взаємоконтролю, проведення самокорекції та

взаємокорекції дозволить учням відчувати себе вчителем, адже їх діяльність у цій ситуації полягатиме в аналізі власної роботи чи роботи однокласників, відшуканні допущених помилок, плануванні коректувальних дій з їх усунення, оцінюванні якості виконання завдань та проведенні взаємокорекції чи самокорекції. Доцільність та позитивний вплив активного залучення учнів до організації процесу навчання відповідає психологічним особливостям розвитку підлітків.

Пізнавальна, емоційна, вольова сфери особистості підлітка зазнають істотного впливу його уяви: розвинена уява у поєднанні з творчим мисленням сприяє формуванню його творчої особистості.

У процесі навчання підлітків відбуваються зміни в усіх процесах пам'яті (запам'ятовуванні, заучуванні, відтворенні, пригадуванні, упізнаванні). Визначальною, домінуючою у цілеспрямованому запам'ятовуванні і відтворенні стає розумова діяльність, здійснювана мовними засобами. Посилюється значення використання знаково-символьних позначень (формул, схем, графіків), що має істотний вплив на усвідомлене виконання школярами дій кодування та декодування інформації в опануванні ними змісту навчального математичного матеріалу. Заучування матеріалу програмової теми спирається на його розуміння (аналіз, осмислення, виділення логічної структури, складання плану), пам'ять розвивається у напрямку інтелектуалізації.

У зв'язку з подальшим розвитком волі підлітка відбувається набуття ним нових якостей, а саме самостійності у плануванні власної діяльності, її мотивації, постановці складних цілей, виробленні плану дій з їх досягнення. При цьому здійснюється розвиток таких вольових якостей, як рішучість, витримка, ініціативність, критичність, самоконтроль, самооцінка. У старших підлітків наявною є сформованість найважливішої якості волі – організованості.

Урахування психічних та психологічних особливостей підлітків є необхідною умовою раціонального планування та ефективної організації процесу навчання математики в основній школі. Дитиноцентризм, особистісна зорієнтованість освітнього процесу мають стати системоутворювальною ідеєю сучасної школи задля створення належних умов активної всебічної самореалізації кожного учня.

References

1. Вікова та педагогічна психологія : навч. посіб. / О. В. Скрипченко, Л. В. Долинська та ін. Київ, 2001. 416 с.

Tatiana Dumanska*, Ph. D.

*Ivan Ogienko Kamyanets-Podilsky National University, Kamyanets-Podilsky,
Khmelnysky Region, Ukraine
e-mail: dumanska@kpnu.edu.ua

SOCIAL NETWORKS AS A TOOL OF DISTANCE LEARNING IN MATHEMATICS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Abstract. The article is aimed at highlighting the peculiarities of the use of social networks during distance learning of mathematical disciplines in higher education institutions.

Key words: social networks, distance learning, information technologies, mathematics, institutions of higher education.

У праці [2] говориться, що «із розвитком інформаційних технологій перед суспільством постала важлива проблема, яка полягає у створенні перспективної нової системи освіти, яка має підготувати суспільство до життя в нових умовах цивілізації. Цим пояснюється виникнення нової форми навчання – дистанційної, поряд із формами вже відомими і традиційними – стаціонарною, заочною, екстернатом тощо».

Термін «інформаційне суспільство» вперше був ужитий у працях Ф. Махлуп (1962) і Т. Умесао (1963), які практично одночасно були опубліковані в Японії і США, й означав «нову історичну фазу розвитку цивілізації, в якій головними продуктами виробництва є інформація і знання» [4].

Зважаючи на те, що сучасна молодь формується в умовах інформаційного суспільства, всі його позитивні й негативні аспекти неминуче впливають на їхню поведінку і життєвий уклад, зокрема, й на ставлення до навчання. Сучасні молоді люди, так звані представники покоління Z, завдяки легкому доступу до практично невичерпних джерел інформації, мають гнучке, розвинене, відкрите мислення, без проблем співіснують у реальному і віртуальному світах, використовуючи їх для своїх потреб, володіють нетиповими для їхнього психологічного віку практичністю, самостійністю і часто необґрунтованою впевненістю у власних силах [3]. Всі ці особливості необхідно враховувати сучасному педагогу під час роботи зі студентами.

Упровадження в усі сфери життєдіяльності людини інформаційних технологій, викликане пандемією, сприяло виникненню в рамках мережевої взаємодії нових видів комунікації, які умовно можна поділити на чотири категорії:

- асинхронна комунікація «один на один»;
- асинхронна комунікація «багатьох з багатьма»;
- синхронна комунікація «один на один», «один і кілька», «один із кількома»;
- асинхронна комунікація «багато і один», «один на один», «один і багато».

Найбільш ефективною в навчанні математичних дисциплін є синхронна комунікація, коли той, хто навчається, веде безпосередній діалог з викладачем, може задати йому запитання відразу, у момент його виникнення, а також висловити свою думку щодо виконання завдання, як це відбувається при

традиційному, очному навчанні. У концепції дистанційного навчання таку можливість може забезпечити використання в навчанні соціальних мереж.

Використання соціальних мереж в освіті, крім досягнення основної мети – навчання, додатково надає педагогам такі можливості, як обмін досвідом із колегами, знайомство з новими методиками, демонстрація та обговорення власних напрацювань, що сприяє професійному зростанню, а також контакт із батьками студентів із метою своєчасного їх оповіщення про успішність тощо.

З усього різноманіття сфери використання соціальних мереж для освітнього процесу можна виокремити такі функції:

- соціальна мережа як *месенджер* (використовується для онлайн-консультацій з математики і організації поточної взаємодії студентів і викладача);
- соціальна мережа як *дошка оголошень* (використовується для важливих повідомлень та анонсів майбутніх подій);
- соціальна мережа як *каталог бібліотечних ресурсів* (інтернет-бібліотеки, що дозволяють посилатися на джерела інформації з дотриманням всіх правил наукового цитування);
- соціальна мережа як *замінник паперових періодичних видань*.

Таким чином використання соціальних мереж під час навчання математики сприяє організації системи постійної консультативної та інформаційної підтримки всіх учасників навчального процесу, а також підвищенню комп'ютерної грамотності та формуванню нової культури мислення всіх учасників освітнього процесу.

Зважаючи на психологічні особливості молодих людей комп'ютерного покоління, сучасний педагог може використовувати соціальні мережі як педагогічний засіб навчання математики. Однак при цьому варто пам'ятати, що віртуальне навчання жодним чином не повинно замінити традиційних аудиторних

занять. Воно може бути їх доповненням для вирішення таких завдань, як проектна діяльність, онлайн-консультування і дистанційне навчання. Використання соціальних мереж у навчанні математики сприяє розвитку інтелектуального і творчого потенціалу студентів, вирішенню ряду дидактичних завдань, які обмежені під час традиційного навчання.

References

1. Bekhtereva L.G. Possibilities of using social networks in the modern educational process in universities [Electronic resource] / L.G. Bekhtereva, N. Yu. Margolis, VA Nikitenko // Young scientist. - 2015. - № 6. - P. 575–578. - Access mode: <https://moluch.ru/archive/86/16261/>
2. Demyda B. Distance learning systems: review, analysis, choice / B. Demyda, I. Kopyl., S. Sagaidak // Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic". Computer science and information technology. - Lviv, 2011. - № 694. - P. 98-107.
3. Stillman D. Generation Z at work / D. Stillman, I. Stillman; [trans. with English Yu. Kondukova]. - Moscow: Mann, Ivanov and Ferber Publishing House, 2018. - 272 p.
4. Finam Financial Dictionary [Electronic resource]. - Access mode: https://dic.academic.ru/dic.nsf/fin_enc/23453

Ludmyla Husak, Ph. D

Vinnytsia Institute of Trade and Economics Kyiv National University of Trade and Economics, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: gusak-lyudmila@ukr.net

INFORMATION TECHNOLOGIES FOR THE CONTROL AND ASSESSMENT OF KNOWLEDGE IN THE SYSTEM OF MOODLE

Abstract. Suggests approaches to solving the problems to develop information technologies create test tasks and tests for mathematical education discipline on an example of discipline «Probability theory and mathematical statistics» an electronic distance-learning system Moodle.

Key words and phrases: distance learning, automated control of knowledge, information technology test generation, Moodle, mathematical formulas.

Нові освітні програми бакалаврів за спеціальностями ВТЕІ КНТЕУ

передбачають якісну математичну підготовку для їх професійної діяльності, забезпечення якої неможливе без використання комп'ютерних засобів навчання на основі сучасних інформаційних технологій. Особливу роль при цьому відіграють інформаційні технології автоматизованого контролю і оцінки отриманих знань. Тому дослідження в області розробки інформаційних технологій електронного тестування з використанням інструментальних середовищ є актуальним, так як електронні тести є однією зі складових частин сучасного навчально-методичного забезпечення.

Усі форми тестових завдань підтримуються середовищем розробки - система Moodle. Розглянемо технологію створення тестових завдань (питань) в Moodle більш докладно, причому питання і відповіді тестових завдань можуть містити математичні формули. Для цієї мети програмне забезпечення Moodle має бути доповнене текстовим редактором LATEX, що володіє величезними можливостями при створенні текстових документів.

У документі, підготовленому за допомогою редактора LATEX, розрізняють математичні формули всередині тексту і виділені в окремий рядок. Формули у тексті оточують знаками \$ (з обох сторін). Виключені формули оточують парами знаків долара \$\$ з обох сторін. У редакторі LATEX пробіли в математичних формулах розставляються автоматично. Якщо потрібен пробіл до або після внутрішньо текстової формули, треба залишити його поза знаками доларів. Те ж саме відноситься і до знаків пунктуації, які розміщені за внутрішньо текстовою формулою: їх також треба ставити після знаку долара, який закриває формулу. Кожна буква в формулі розглядається як ім'я змінної і набирається шрифтом «Математичний курсив». Частина файлу, що містить текст питання (або відповіді) представляє собою математичну формулу.

Розглянемо технологію створення питання на прикладі питання закритої

форми (множинний вибір). Для цього перейдемо в розділ «Вопросы» і в пункті «Создать новый вопрос» виберемо тип питання «В закрытой форме (множественный выбор)». Для прикладу оберемо курс «Теорія ймовірностей і математична статистика». Створене питання буде поміщене в банк питань для даного курсу і буде доступний для перегляду, редагування та додавання в тести.

У пункт «Название вопроса» вводим номер нашого питання. У полі «Содержание» питання вводим текст питання, наприклад, «Яке з даних речень є означенням випадкової величини». Кожному питанню необхідно поставити максимально можливу кількість балів.

Тепер необхідно ввести варіанти відповідей. В поле відповідь вводим текст відповіді. В системі допускається частковий залік за відповідь на питання. У моделі кожного питання, відповідають такі альтернативні відповіді: одну правильну відповідь на вищий бал оцінювання, кілька повністю неправильних відповідей і кілька альтернативних відповідей, за вибір яких можна призначити штраф, тобто оцінювати відповідь певною кількістю балів, меншим, ніж найвищий бал, наприклад, в п'ятибальною шкалою. Особливість оцінок в Moodle полягає в завданні оцінок в процентній шкалі від -100% до 100%. Кількість варіантів відповідей повинно бути не менше чотирьох. Після введення всіх варіантів відповідей натискаємо на кнопку «Сохранить». Питання створено. Для перегляду створеного питання навпроти обраного питання в списку питань потрібно натиснути на іконку лупи.

Тепер розглянемо технологію створення тестів на основі банку тестових завдань (питань) в Moodle. Щоб додати новий тест необхідно виконати певну послідовність дій: у списку ресурсів електронного курсу вибрати «Тест»; у вікні ввести назву тесту і написати текст вступної частини перед початком тесту - «Вступление»; у списку вибрати питання, які треба додати в тест і натиснути на

кнопку «Добавить в тест». Після цих дій створення тесту завершено. Виконати тест можна у вкладці «Просмотр».

Коротко опишемо технологію вивантаження (експорту) питань у файл і завантаження (імпорту) з файлу. Для експорту питань з файлу необхідно перейти в розділ «Экспорт» у верхній частині вікна «Вопросы». У розділі «Экспорт» необхідно вибрати формат файлу, в якому будуть збережені питання (в нашому випадку формат GIFT), і ввести назву файлу, в який будуть експортуватися питання. Потім системою буде показаний список питань, які будуть експортовані, запропоновано зберегти файл і вказати шлях на пристрій (диск) для його збереження. Після цього питання будуть успішно експортовані в файл.

Для імпорту питань з файлу необхідно перейти в розділ «Импорт» у верхній частині вікна «Вопросы». У розділі «Импорт» необхідно вибрати формат файлу, в якому збережені питання, і вибрати файл, з якого буде проводитися імпорт. Потім система покаже список питань, які були імпортовані. Після цього, натиснувши кнопку «Продолжить», питання додадуться в курс.

Таким чином, інформаційні технології дозволяють створювати електронні тести відповідно до вимог і можуть бути використані при розробці електронних тестів з дисциплін, що включає навчальний матеріал, який містить математичні формули.

References

1. Gulivata I.O., Nikolina I.I. Modern educational technologies: features of presentation of educational content of higher and applied mathematics. *Physical-mathematical education*. 2019. №3 (21). P. 48–52.

Mykola Filipchuk*, Ph. D.

Olha Filipchuk**, Ph. D.

*Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine

e-mail: m.filipchuk@chnu.edu.ua

**Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine

e-mail: o.filipchuk@chnu.edu.ua

INTEGRATION OF DATA RENDERING IN TEX FORMAT INTO THE GOOGLE FORMS ENVIRONMENT

Abstract. The problem of implementing the support for data rendering in TeX format into the Google Forms environment is considered. It was developed an extension for Google Chrome browser that integrates such support by injecting into the form's code the connection directives of Javascript library MathJax or KaTeX.

Key words and phrases: Google Forms, TeX rendering, Google Chrome, extension.

На даний час, внаслідок доволі тривалого вимушеного дистанційного навчання, середовище Google Forms [1] стало багатьом уже добре відомим онлайн-інструментом, що дозволяє створювати форми для збору даних, організовувати онлайн-тестування, опитування чи голосування.

Функціонально цей сервіс доволі потужний та багатогранний, однак не позбавлений і деяких недоліків. Зокрема, у ньому повністю відсутні засоби як для створення, так і для звичного нам відображення математичних, фізичних, хімічних формул, тощо.

З іншого боку, науковцям з галузі природничих наук добре відома мова розмітки даних спеціального призначення TeX [2], яка є ядром системи комп'ютерної верстки і досить зручна для набору й подальшої візуалізації математичних та інших технічних текстів.

Таким чином, цікавою та актуальною задачею є реалізація підтримки в середовищі Google Forms повноцінного використання даних в форматі TeX.

На даний час для браузера Google Chrome вже існують деякі сторонні рішення у вигляді додатків, які можна підключити до Google Forms, що дозволятимуть отримати відповідні графічні зображення для будь-яких даних в форматі TeX, однак саме отримані зображення надалі й повинні бути імпортовані в форму її автором. Очевидним недоліком такого підходу є як потреба попереднього генерування та зберігання зображень, так і чисельні рутинні операції щодо їх подальшого імпорту в форму.

Ми ж пропонуємо принципово інший, простіший та зручніший підхід – ін'єкцію в HTML-код форми директив підключення однієї з існуючих Javascript-бібліотек (MathJax [3] або KaTeX [4]), що автоматично здійснюватиме пошук та безпосередній рендеринг всіх присутніх на Web-сторінці (тобто у формі) даних у форматі TeX. Механізм ін'єкцій у вихідний код будь-якої Web-сторінки може бути реалізований за допомогою технології Extensions (розширень) для браузера Google Chrome [5] з використанням відповідним чином написаних контент-скриптів (Content scripts) [6].

Запропонований підхід був успішно реалізований у вигляді розширення “TeX Injector” [7]. При цьому в налаштуваннях розширення (на рорур-сторінці) можна вказати потрібну бібліотеку рендерингу – MathJax 3, MathJax 2.7 чи KaTeX. За замовчуванням, рендеринг здійснюється засобами MathJax 3.

Розширення встановлюється в браузер Google Chrome скачуванням відповідного архіву, його розпаковуванням, переходом в браузері в розділ розширень (chrome://extensions/), ввімкненням там режиму розробника та подальшим натисканням кнопки "Загрузить распакованное расширение". Після встановлення розширення, при завантаженні будь-якої Web-сторінки (зокрема, форми) автоматично здійснюватиметься пошук та рендеринг всіх присутніх на ній даних у форматі TeX.

На рисунку 1 продемонстровано створення форми її автором з даними у форматі TeX, а на рисунках 2 і 3 – її відображення для кінцевого користувача у випадках невстановленого та встановленого ним розширення відповідно.

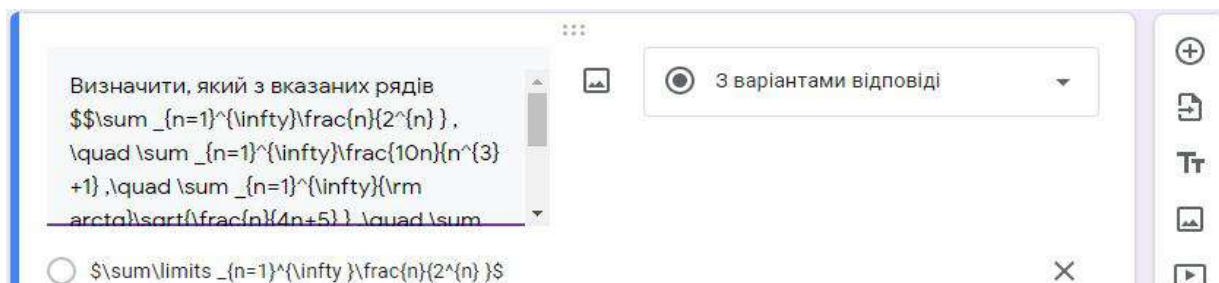


Рис. 1. Створення форми її автором з даними у форматі TeX

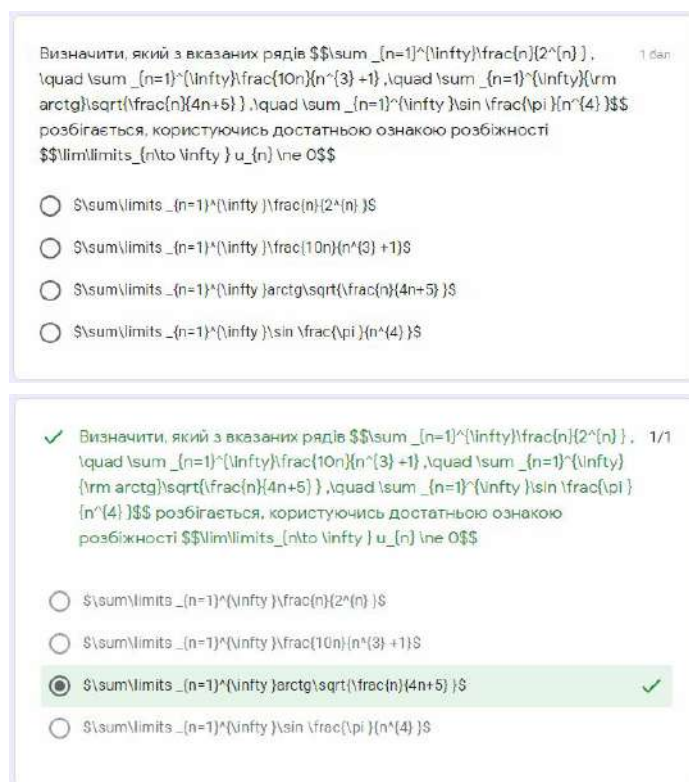


Рис. 2. Відображення форми для користувача у випадку відсутності розширення

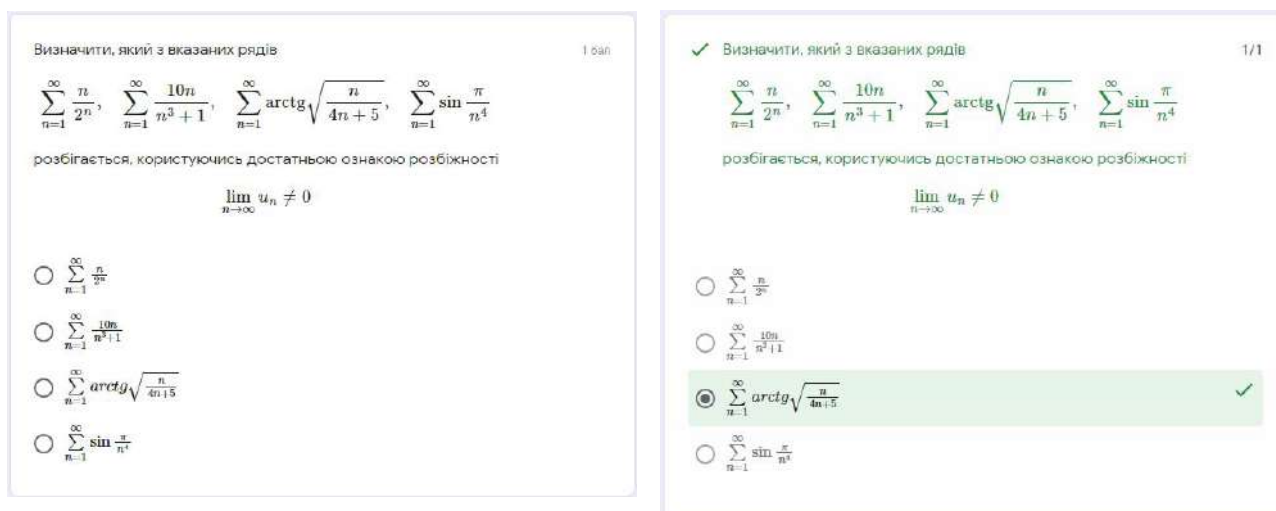


Рис. 3. Відображення форми для користувача у випадку наявності розширення

References

1. Google Forms. URL: <https://www.google.com/intl/en/forms/about/>
2. TeX – Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/TeX>
3. MathJax | Beautiful math in all browsers. URL: <https://www.mathjax.org>
4. KaTeX – The fastest math typesetting library for the web. URL: <https://katex.org>
5. Extensions. URL: <https://developer.chrome.com/docs/extensions/>
6. Content scripts. URL: https://developer.chrome.com/docs/extensions/mv2/content_scripts/
7. Extension “TeX Injector”. URL: <http://kolya.pp.ua/TeXInjector.zip>

Olena Kosovets *, Ph. D.
Inna Panianchuk **

*Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University,
 Vinnytsia, Ukraine

e-mail: kosovets.op@vspu.edu.ua

**Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University,
 Vinnytsia, Ukraine

e-mail: inna0147311@gmail.com

METHODS OF PROTECTION OF THE PUPILS FROM THREATS OF SOCIAL ENGINEERING IN THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING

Abstract. The paper presents an analysis of social engineering methods through which cybercriminals can influence the pupils in terms of active distance learning. Special attention needs to

be paid to protecting pupils from the harmful actions of cybercriminals. Simple tips will help prevent negative effects on the pupils from the malware.

Keywords: distance learning, methods of social engineering, phishing emails, spam messages, cyber attackers, personal data protection.

Соціальна інженерія у період дистанційного навчання стала невід’ємною частиною інформаційного простору та кібершахрайства. Мова йде про спеціальну методику маніпуляції, яка допомагає змусити школярів надіслати зловмисникам свої персональні дані. Кіберзловмисники використовують людські слабкості – тобто емоції та природну поведінку жертви.

Найпопулярніший серед численних сучасних інструментів соціальної інженерії – є фішинг. Метою може бути заволодіння інформацією приватного характеру обманним шляхом. Попри те, що про нього широко відомо, успіх фішингу продовжує зростати через недостатню цифрову освіченість школярів.

Поширеним різновидом соціальної інженерії також є надсилання електронних листів, у яких учнів повідомляють про грошові виграші у лотереї. Зазвичай лист звертається до адресата за прізвищем і містить детальну історію для привернення його уваги. Такі листи містять довгі історії з багатьма деталями, що мають додати ситуації правдоподібності. Коли учень переходить за покликанням, автоматично завантажується шкідливе програмне забезпечення на персональний комп’ютер або на смартфон для відстежування персональних даних. Таким чином кіберзловмисники можуть завдати як матеріальної так і моральної шкоди учневі та його родині.

Ще одним прикладом соціальної інженерії є булінг. Булінг – це агресивна і вкрай неприємна поведінка одного учня або групи учнів по відношенню до іншого учня, що супроводжується постійним фізичним і психологічним впливом. Яскравими прикладами булінгу є різні цифрові форми образ, як у соціальних мережах (Instagrsm, ТікТок), так і засобами месенджерів у групах класу (Viber,

Telegram), або надсилання образливих листів на електронну скриньку учня. Мета таких повідомлень – навмисне неприйняття учня до колективу, шантаж та навіть побиття. Частіше за все учні, що надсилають такі образливі повідомлення, вважають, що це смішно і в цьому немає великої проблеми чи трагедії, а також, що дорослі не будуть звертати на це увагу.

Пропонуємо учням та батькам для захисту персональних даних від кіберзловмисників дотримуйтесь простих порад.

1. Використовуйте унікальні паролі для кожного облікового запису в мережі. Поради щодо правильного вибору пароля: не використовуйте слова зі словника або імена будь-якою мовою; не використовуйте поширені орфографічні помилки в словах зі словника; не використовуйте імена комп'ютерів або імена облікових записів [2].

2. Віддавайте перевагу паролній фразі, а не звичайному паролю;

Поради для вибору надійної паролній фрази: вибирайте значуще для вас речення; додайте спеціальні символи, такі як ! @ # \$ % ^ & * (); чим фраза довша, тим краще; уникайте загальновідомих або популярних висловлювань, наприклад, текстів із відомої пісні [1].

3. Робіть резервні копії ваших даних. Учні випадково можуть видалили оригінальну версію важливого документа – контрольної роботи, реферату та ін. Наявність резервних копій зможе запобігти втраті унікальних даних, наприклад, навчальних проєктів і сімейних фотографій.

4. Увімкніть двофакторну аутентифікацію. Популярні онлайн-сервіси, такі як Google, Facebook, Twitter, LinkedIn, Apple та Microsoft, використовують двофакторну аутентифікацію для забезпечення додаткового рівня захисту при вході до облікових записів.

5. Не відкривати спамові повідомлення і листи від невідомих адресатів.

6. Не поширюйте занадто багато інформації в соціальних мережах. Не варто ділитися у профілі особистою інформацією, наприклад, дата народження, електронна адреса або номер телефону. Не заповнюйте свої профілі в соціальних мережах повністю, надайте лише мінімально необхідну інформацію. Чим більше особистої інформації ви поширюєте в Інтернеті, тим легше кіберзловмисникам зібрати відомості про вас і використати їх проти вас у реальному житті.

7. Використовуйте бездротові мережі безпечно. Через публічні Wi-Fi-мережі хакери можуть проникнути на ваш мобільний телефон і переглядати персональні дані: фотографії, документи, персональні відомості.

8. Повідомити про шахрайські дії у відповідні організації. Повідомляючи про шахрайство ви допомагаєте іншим не стати жертвами шахраїв. Напишіть електронне звернення про випадок фішингу, спаму, кібербулінгу у Кіберполіцію України за покликанням <https://ticket.cyberpolice.gov.ua/>.

Отже, у період активного дистанційного навчання учні можуть, наприклад, отримати фішингові листи, небажані спам-повідомлення на електронну скриньку, зазнати негативного впливу від кібербулінгу. Для зниження ймовірних ризиків, рекомендуємо дотримуватися простих правил інформаційної гігієни і навчати учнів етикету спілкування у віртуальному світі.

References

1. Introduction to Cybersecurity. Cisco Networking Academy. URL : <https://www.netacad.com/ru/courses/cybersecurity/introduction-cybersecurity/>.
2. Протидія булінгу. URL : <https://mon.gov.ua/ua/tag/protidiya-bulingu>.

Alina Klimishyna, Ph. D.

General education school of I-III degrees № 1 of the village of Ivaniv, Ukraine
e-mail: klimishyna.alina@gmail.com

VIRTUAL INTERACTIVE BOARD AS A MEANS OF VISUALIZATION OF STUDY MATERIAL IN THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING AT GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS

Abstract. The article considers the concept of a virtual interactive whiteboard as a means of visualization of educational material in the conditions of distance learning in general secondary education institutions; The peculiarities of using some virtual interactive whiteboards during the organization of distance learning in general secondary education institutions are given.

Key words and phrases: virtual interactive board, web service, distance learning, general secondary education institution.

В умовах сьогодення, коли відбувається впровадження дистанційної форми навчання в освітній процес закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО), стає очевидним, що кожному вчителю необхідно бути готовим до проведення онлайн-уроків. Головним завданням педагога під час організації таких уроків є забезпечення максимальної взаємодії всіх учасників освітнього процесу. Для цього потрібно врахувати такі важливі аспекти: вибір доступної та зручної у використанні освітньої платформи; вибір ефективних засобів, які допоможуть активізувати роботу учнів на уроці.

Серед засобів можна виокремити різноманітні веб-сервіси для створення електронного дидактичного матеріалу: Kahoot!, Online Test Pad, Plickers, Quiziz, Google Форми тощо (вікторини, опитування); LearningApps, Flashcard Machine, WordLearner тощо (картки-завдання); Mindomo, Diagramly, Cacco, SpiderScribe тощо (інтелект-карти, діаграми); Glogster, Thinglink тощо (інтерактивні плакати). Приклади використання веб-сервісів (Calameo, Google Сайти, Google Форми,

Mindomo, Online Test Pad та ін.) під час вивчення математики, зокрема в умовах дистанційного навчання подано в публікаціях [1; 2; 3].

Важливим засобом традиційного уроку є класна дошка. Під час дистанційного навчання її аналогом є віртуальна інтерактивна дошка (онлайн-дошка, електронна дошка, стіна, whiteboard-проект), яку визначають як: «мережевий соціальний ресурс, призначений для організації спільної роботи зі створення й редагування зображень і документів, спілкування в реальному часі» [4].

Віртуальна інтерактивна дошка дозволяє візуалізувати навчальний матеріал, що в свою чергу зацікавлює учнів та мотивує їх до вивчення того чи іншого шкільного предмету. Завдяки спільному доступу до дошки можна ефективно налагодити зворотній зв'язок та забезпечити активну діяльність кожного школяра на уроці.

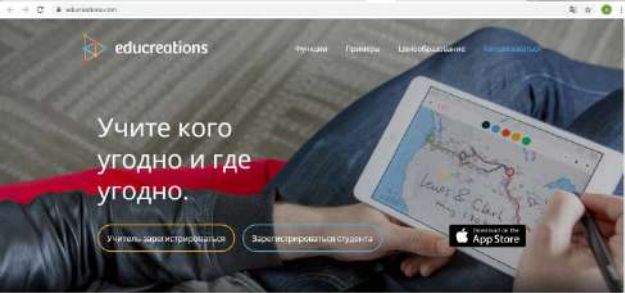
Відповідно до особливостей використання в освітньому процесі, Н. Хміль, І. Морквян виділяють 4 групи віртуальних дошок: 1) дошки для створення інтерактивних плакатів, шкільних газет (Wikiwall; Glogster); 2) дошки для малювання (Drawonte; FlockDraw; Scribblar; CoSketch); 3) дошки для зберігання нотаток (Scrumblr; Conceptboard); 4) дошки для організації сумісної роботи із різноманітним контентом із можливістю спільного його редагування (Educreations; Lino it; Padlet; Rizzoma; Popplet; Twiddla; Realtimeboard) [4].

Розглянемо детальніше особливості використання деяких віртуальних інтерактивних дошок під час організації дистанційного навчання в ЗЗСО (табл. 1).

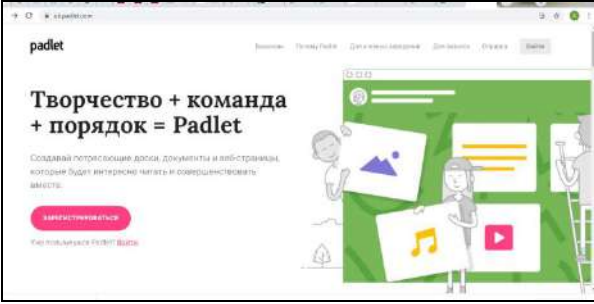
Таблиця 1.

Види віртуальних інтерактивних дошок та їх основні характеристики

Віртуальна інтерактивна дошка	Основні характеристики
Educreations	Віртуальна дошка для спільної роботи, яка

<p>https://www.educrations.com/</p> 	<p>дозволяє: 1) завантажувати зображення і відео різних форматів і з різних ресурсів; 2) додавати музичний супровід, титри, опис і заставку; 3) додавати тематичні шаблони, переходи та ефекти; 4) переміщати матеріали в довільному порядку тощо.</p> <p>Безкоштовний додаток для планшетів iPad.</p> <p>Є можливість зберегти дошку для подальшого її використання</p> <p>Мова інтерфейсу: англійська (є можливість автоматичного перекладу онлайн).</p> <p>Потрібна реєстрація.</p>
--	--

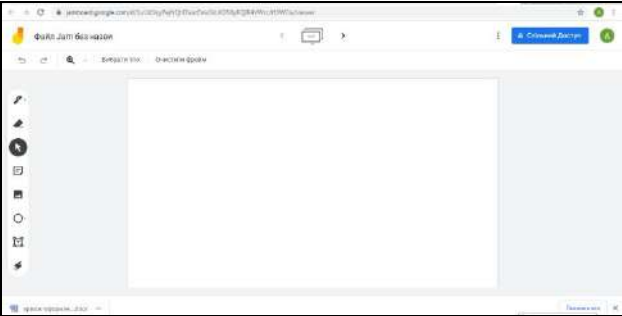
Продовження таблиці 1.

Віртуальна інтерактивна дошка	Основні характеристики
<p>Padlet</p> <p>https://padlet.com/</p> 	<p>Мережевий сервіс для створення електронної стіни, який дозволяє:</p> <p>1) прикріплювати зображення, аудіо, відео, посилання на сторінки Інтернет, замітки;</p> <p>2) організувати спільний доступ користувачів до виконання певного завдання;</p> <p>3) легко редагувати та переміщувати повідомлення на стіні тощо.</p> <p>Створену дошку можна розмістити в соціальних мережах, на сайті або в блозі.</p> <p>Мова інтерфейсу: російська.</p> <p>Для роботи реєстрація не обов'язкова.</p>
<p>Popplet</p> <p>https://www.popplet.com/</p>	<p>Сервіс, призначений для створення та наповнення контентом «липкої» дошки з можливістю спільного редагування. Він</p>

	<p>дозволяє: 1) створювати опорні картки, яскраві схеми, відео на певну тематику; 2) розробляти мультимедійні замітки, якими можна ділитися з іншими; 3) спільно працювати над певним завданням тощо.</p> <p>Є можливість розміщувати роботи на сторінках сайтів, блогів, у соціальних мережах Facebook та Twitter.</p> <p>Мова інтерфейсу: англійська.</p> <p>Потрібна реєстрація.</p>
<p style="text-align: center;">Twiddla</p> <p style="text-align: center;">https://www.twiddla.com/</p> 	<p>Онлайн дошка, призначена для спільної роботи, яка дозволяє: 1) розміщувати текст, ілюстрації, математичні формули; 2) геометричні параметри; 3) вбудовувати документи, віджети і html-код; 4) спілкуватися за допомогою чату.</p> <p>Створену дошку можна розмістити на сайті або в блозі</p> <p>Мова інтерфейсу: англійська (є спеціальна кнопка для пояснення елементів інтерфейсу російською мовою)</p> <p>Без реєстрації з дошкою можна працювати лише 30 днів.</p>
<p style="text-align: center;">ClassroomScreen</p> <p style="text-align: center;">https://classroomscreen.com/</p> 	<p>Віртуальна дошка з великою кількістю різноманітних інструментів. Працювати в додатку можна через браузер. Він має кілька функцій: 1) можна вибрати фон; 2) в текстове поле можна вводити інструкції до завдань; 3) можна вибрати мову; 4) можна встановити певний час для розв'язання конкретного завдання тощо.</p> <p>Мова інтерфейсу: англійська (є можливість автоматичного перекладу онлайн).</p>

	Для роботи реєстрація не обов'язкова.
--	---------------------------------------

Продовження таблиці 1.

Віртуальна інтерактивна дошка	Основні характеристики
<p style="text-align: center;">Google Jamboard</p> 	<p>Віртуальна інтерактивна дошка від Google.</p> <p>Google Jamboard призначена для швидкої і наочної фіксації всього, що може стати в нагоді, під час навчання учнів. Багато в чому вона схожа на звичайну білу дошку. Однак, дошка Google Jamboard не має обмежень за розміром вільного місця і кількістю учасників, які можуть на ній щонебудь малювати одночасно. Більше того, все що намальовано на Google Jamboard, можна зберегти на Google Drive і потім знайти та користуватися далі.</p>

Таким чином, проаналізувавши основні характеристики деяких віртуальних інтерактивних дошок, та, врахувавши особливості їх використання під час організації дистанційного навчання в ЗЗСО, можемо стверджувати, що віртуальна інтерактивна дошка є ефективним засобом навчання, оскільки її застосування в освітньому процесі забезпечує: формування інтересу та зацікавленості учнів до вивчення шкільних предметів; підвищення мотивації учнів до навчання; візуалізацію навчального матеріалу; активну діяльність учнів на уроках; якісний зворотній зв'язок між учителем та учнями тощо.

References

1. Klimishyn M., Klimishyna A. Formation of intellectually developed personality in the modern educational Internet space. *Current problems of training leaders of the new formation in an open society. Proceedings of the IV Regional Scientific and Practical Conference*. Issue 1 (24). Vinnytsia, 2019. P. 204-208.
2. Klimishyna A. The use of web-quests as an innovative technology for the development of intellectual culture of students during the study of mathematics in general secondary education.

The 3rd International scientific and practical conference "Innovation in Science: Modern Challenges" (May 25-26, 2020) Littera Verlag, Munich, Germany. 2020. P. 148-154.

3. Klimishyna A. Using intellectual maps at the lessons of mathematics at general secondary education institutions. *International Scientific Conference Development of Modern Science Under Global Changes: Conference Proceedings, 22th May, 2020*. Riga, Latvia: Baltija Publishing. P. 16-22.
4. Hops N., Morkvyan I. Review of virtual interactive whiteboards. *Internet application to the magazines of the Publishing Group "Osnova"*. URL: http://osnova.com.ua/items/item-october-2016/index_2.html (Access date: 10.05.21)

Yaroslav Krupskyi*, Ph. D.

*Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: krupskyi.ya@vspu.edu.ua

ADAPTATION MAPLE SYSTEM FOR STEP-BY-STEP CONSTRUCTION OF SCHEDULE-FUNCTION FUNCTIONS

Abstract. The article shows the relevance of using the Maple system in the study of mathematics. On the example of a practical lesson "Application of differential calculus to the construction of tangents". A method of adapting the Maple system to the construction of tangents is proposed.

Key words and phrases: educational Maple-simulator, typical problems of higher math, distance technology education.

Швидкий розвиток інформаційних технологій та комп'ютеризація усіх сфер діяльності – наукової, освітньої, виробничо-економічної, значно підвищує вимоги до впровадження та систематичного застосування новітніх інформаційних технологій у процесі навчання й формування професійних компетентностей майбутніх фахівців.

Аналіз наукових досліджень і публікацій показав, що питанням впровадження і використання ІКТ у вищій школі займається багато науковців, зокрема: Биков С. А., Триус Ю. В., Ігнатенко В. М., Нефедченко В. Ф., Яковлев А.

І. та ін. Проте більшість авторів сконцентрували увагу на проблемах навчання українських студентів і ніяк не враховують специфіку роботи з іноземними студентами.

Крім того тенденція освіти характеризується збільшенням частки самостійної роботи. Тому одним із актуальних завдань навчання є формування вмінь і навичок самостійної роботи, активізація її різними доступними способами.

Якщо дати інструмент, за допомогою якого можна перевірити свої результати, самостійна робота буде більш ефективною. Адаптуємо СКМ Maple до проведення практичного заняття з математики на тему «Побудова дотичних до графіка функцій».

Для знаходження та побудови дотичної скористаємось навчальним Maple-тренажером, студентам достатньо лиш вказати початкову функцію та точку в якій потрібно знайти дотичну.

Результат роботи покрокового тренажера зображено на рис. 1-2. Застосування тренажера надає можливість звірити свої отримані значення з вірною відповіддю.

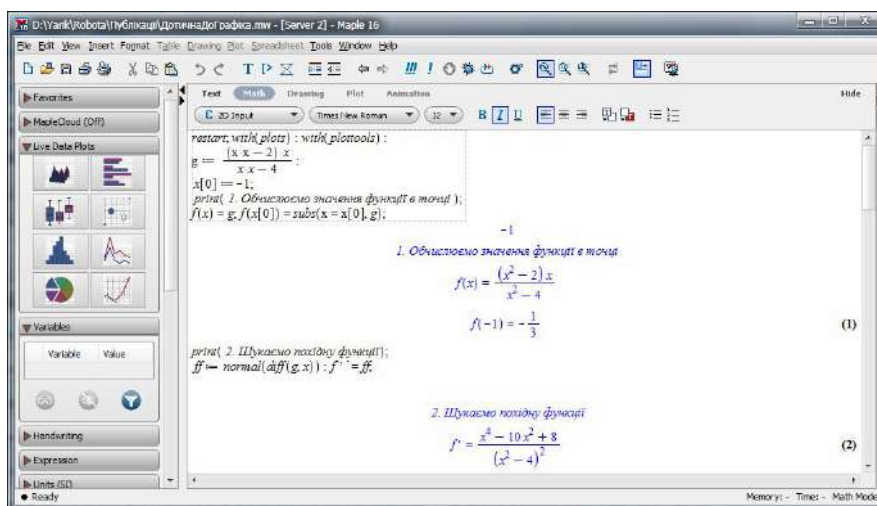


Рисунок 1 – Дотична до графіка функції.

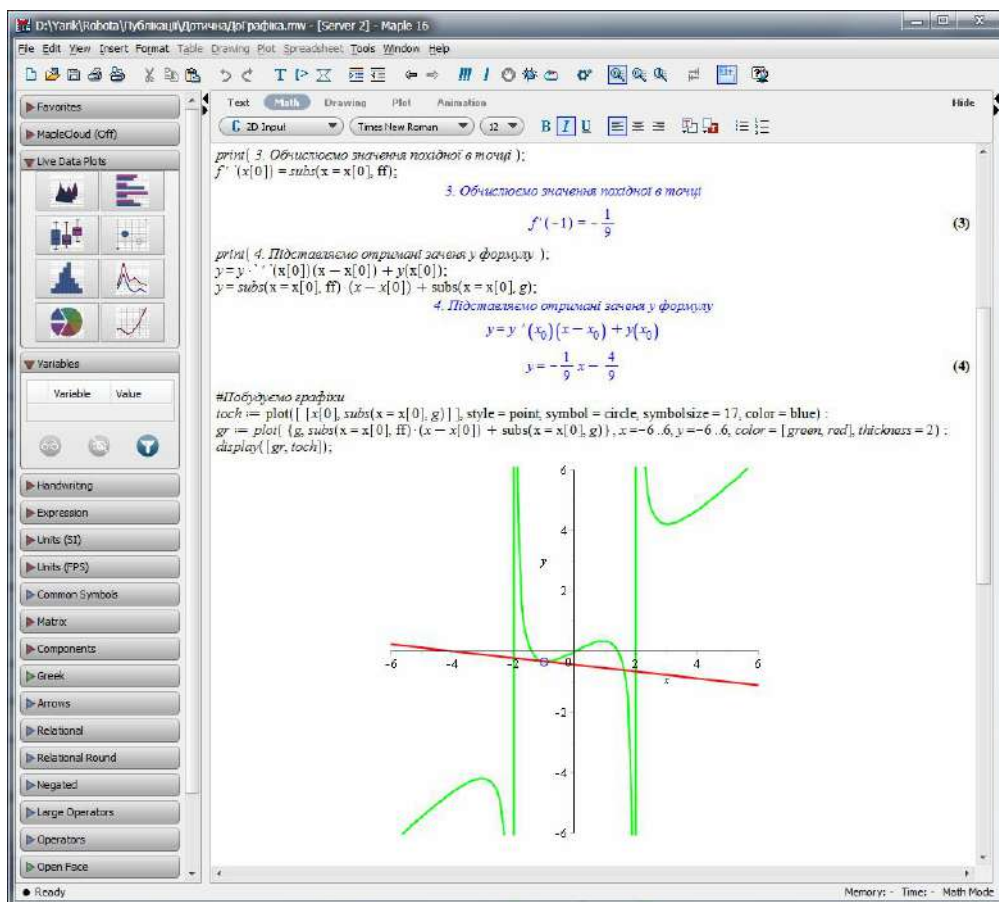


Рисунок 2 – Дотична до графіка функції.

За наявності тренажера самостійна робота студента стає більш ефективною. А роль викладача полягає в наданні консультативної допомоги. Також студент має змогу самостійно розв'язувати приклади, а тренажер використовувати в якості перевірки своїх кроків і в разі помилки, без допомоги викладача, локалізувати їх.

Підводячи підсумок, можна стверджувати, що використання системи комп'ютерної математики Maple підходить для організації самостійної роботи студента з закріплення навчального матеріалу вивченого на заняттях та підготовки до аудиторних занять, а також використання засобів ІКТ є одним із способів оптимізації навчального процесу за рахунок створення умов для індивідуалізованого підходу при навчанні студентів.

References

1. Slovak, K. I., Semerikov, S. O., Tryus, Yu. V.: Mobile mathematical environment: current state and development prospects. In: J. NaukovyiChasopys M.P. Dragomanov NP, series 2 "Computer Oriented Learning Systems", vol. 19, № 12, 102-109 (2012) (in Ukrainian)
2. Bikov V.Yu. Digital transformation of society and development of computer-technological platform of education and science of Ukraine. Proceedings of the methodological seminar of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine "Information and digital educational space of Ukraine: transformation processes and prospects for development." April 4, 2019 / Ed. V.G. Kremenya, OI Лященко. К, 2019. S.20-26.
3. Zhaldak MI Pedagogical potential of computer-oriented systems of teaching mathematics / Zhaldak MI // Computer-oriented systems of teaching: [collection. Science. works] / editor. - Kyiv: MP Drahomanov National Pedagogical University. - Vip. 7. - 2003. - P. 3–16.
4. Mikhalevich VM Organization of independent work of students by using the system of computer mathematics Maple / VM Mikhalevich, JV Krupsky, OI Tyutyunnik // Bulletin of the Vinnytsia Polytechnic Institute. - 2014. - № 3. - P. 114–118.
5. Mikhalevich VM Development of the Maple system in teaching higher mathematics to future mechanical engineers: monograph / VM Mikhalevich, Ya. V. Krupsky. - Vinnytsia: VNTU, 2013. - 236 p. ISBN. - 978-966-641-539-7.
6. Kolomiets AA Application of computer mathematics systems in the process of fundamental mathematical training of future engineers [Text] / AA Kolomiets, Ya. V. Krupsky, VO Kraevsky, IA Kleopa, N B. Dubova // Scientific Notes of Vinnytsia State Pedagogical University named after M. Kotsyubynsky. Series "Pedagogy and Psychology". - Vinnytsia, 2019. - № 58. –S. 101-108.

Dmytro Mak

IT Company «Dedey Digital», Vinnytsia
e-mail: deumon128@gmail.com

FUNCTIONAL MODELING OF THE PROCESS OF INFORMATICS

LEARNING IN A PROFILE SCHOOL

Abstract. In the Diploma project the requirements to the educational environment are analyzed, the problems of pedagogical modeling are revealed, the concepts "model", "modeling" are considered. The requirements for the model are described. Theoretical information on the construction of IDEF0 models is given, namely: a contextual diagram of the learning process in a specialized school, a decomposition diagram that gives a clearer idea of learning processes, which in turn is also decomposed into even smaller processes.

The purpose of the diploma project is to build a model of education in a specialized school according to the methodology IDEF0. The generalized concept of "modeling" is given, the requirements to construction of models are analyzed.

Keywords and phrases: computer science, teacher, model, functional block, context diagram, decomposition diagram.

Побудова моделей IDEF0 починається з побудови функціонального блоку. Функціональний блок графічно зображується у вигляді прямокутника і уособлює собою деяку конкретну функцію в рамках даної системи. За вимогами стандарту назва кожного функціонального блоку має бути сформульовано в дієсловному способі (наприклад, «виробляти послуги», а не «виробництво послуг»). Функціональним блоком у процесі навчання є саме навчання. Функціональний блок також називають контекстним.

Другим етапом є побудова функціональної моделі. Функціональна модель, дозволяє виявити недоліки процесів і побудувати ідеальну модель діяльності, тобто оптимальну послідовність дій, документообіг та використання ресурсів при здійсненні проектів (наприклад, проектів з реорганізації навчального процесу).

Третій етап характеризується деталізацією головної функції системи, що здійснюється за допомогою діаграм декомпозиції, які будуються за тим самим принципом, що і контекстна, але включає більшу кількість робіт. Кожна робота, у свою чергу, може бути декомпозована. Роботи утворюють ієрархію, де кожна робота може мати одну батьківську й кілька дочірніх робіт, утворюючи дерево. Таке дерево називають деревом вузлів, а вищеописану нумерацію - нумерацією по вузлах.

References

1. Andersen Bjorn. Business processes. Improvement tools. / Per. with English S.V. Arinicheva / Nauch. ed. Yu.P. Adler M. : RIA "Standards and Quality", 2003. 272 y.
2. Barbolina T.M. School course of computer science and methods of its teaching: textbook. Poltava : Poltava. state ped. University V.G. Короленка, 2007. Part 1. General methodology. 124 p.
3. Вуков V. Yu. Models of organizational systems of open education : monograph. Kyiv: Attica, 2008. 684 p.

4. Rozhnyatovska IM Teacher's portfolio. K. : Publishing House "School. world ", 2012. 128 p.
 5. Robson M., Ullah M. A Practical Guide to Business Process Reengineering. M.: UNITI-DANA, 2003. 222 p.
 6. Lazarev V.S. On the activity approach to the design of general education goals. M.: Pedagogika, 1998. P. 64-72.
-
-

Oleksandr Mamon, Ph. D.

Poltava National Pedagogical University named after V.G. Korolenko, Poltava, Ukraine
e-mail: ovmamon@gsuite.pnp.u.edu.ua

CONDITIONS FOR EFFECTIVE USING OF MOBILE TECHNOLOGIES IN GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS

Abstract. An approach to the definition of mobile learning is proposed. The advantages of introducing M-learning elements during training are described. Based on the analysis of the goals, benefits and features of mobile education, the main conditions for the effective use of mobile technologies in general secondary education are identified.

Key words and phrases: mobile learning, mobile education, conditions for effective use of mobile technologies.

Сучасний етап модернізації системи освіти характеризується стрімким розвитком мобільних пристроїв, педагогічний потенціал яких дозволяє повноцінно розвивати нову технологію в освіті, а саме, технологію мобільного навчання.

Вперше технологія мобільного навчання з'явилася в Америці, коли в 1968 році Алан Кей, американський вчений у галузі теорії обчислювальних систем, і його колеги створили Dynabook – концепцію побудови пристрою для навчання на основі якої побудовані сучасні ноутбуки та планшетні персональні комп'ютери.

Саме, поняття «мобільне навчання» (M-learning), з'явилося в англійській педагогічній літературі близько 15 років тому, а свого поширення в системі освіти України набуло нещодавно.

В. О. Куклев [1] розглядає мобільне навчання як навчання за допомогою мобільних засобів, незалежно від часу та місця, з використанням спеціального програмного забезпечення на педагогічній основі міждисциплінарного та модульного підходів. С. О. Семеріков визначає мобільне навчання як підхід до навчання, за якого на основі мобільних електронних пристроїв створюється мобільне освітнє середовище, де студенти можуть використовувати їх у якості засобу доступу до навчальних матеріалів, що містяться в Інтернеті, будь-де та будь-коли [2].

Нами запропоновано наступний підхід до визначення поняття мобільне навчання. Мобільне навчання (M-learning) – це форма організації навчального процесу, яка може інтегруватися як з традиційною, так і дистанційною освітою, і базується на використанні мобільних пристроїв, спеціальних мобільних застосунків і адаптованого до мобільних технологій навчально-методичного контенту.

Запровадження елементів M-learning під час навчання дасть такі переваги:

- учні отримують змогу взаємодіяти між собою та спілкуватися з вчителем у зручний для них час;
- набагато зручніше застосовувати одні й ті самі прийоми навчальної діяльності в класі та поза класом;
- створюється можливість безперервного обміну навчальними матеріалами: учні і вчителі можуть пересилати матеріали за допомогою хмарних сервісів, месенджерів, дистанційно опрацьовувати матеріал всередині групи, працювати в парах чи малих групах;
- мобільні пристрої можуть бути використані в будь-якому місці, в тому числі у навчальних приміщеннях, транспорті, вдома, що дозволяє навчатися в будь-який зручний для учнів час;

– нові технічні пристрої (мобільні телефони, гаджети, ігрові пристрої тощо) та нові можливості з їх використанням приваблюють учнів, підвищують мотивацію та інтерес до навчання.

Основними цілями впровадження мобільного навчання є:

- підвищення якості освіти;
- впровадження та підтримка кращих практик інтеграції ІКТ у навчання;
- поліпшення освоєння учнями навчального матеріалу;
- активне впровадження в навчальний процес сучасних педагогічних освітніх технологій;
- збільшення показників по здачі стандартизованих тестів;
- мотивація учнів до безперервного навчання протягом життя;
- підготовка учнів до роботи в сучасному світі.

Одними із перших моделей мобільного навчання в середній школі запропонували Теплицький І. О., Семеріков С. О., Поліщук О. П. У моделі мобільного навчання учень взаємодіє з учителем постійно за допомогою Інтернету – на відміну від традиційного навчання, де така взаємодія можлива лише в межах навчального закладу. Учитель відіграє роль консультуючого керівника, котрий спрямовує діяльність учня на отримання необхідної інформації.

Аналізуючи вищезазначені цілі, переваги і особливості мобільної освіти ми виділили основні умови ефективного застосування мобільних технологій у закладах загальної середньої освіти :

1. Наявність достатнього рівня технічного забезпечення (суб'єкти навчального процесу повинні мати можливість працювати із сучасним мобільним пристроєм із постійним доступом до мережі Інтернет);

2. Наявність відповідного програмного забезпечення (кожен суб'єкт освітнього процесу повинен мати доступ до широкого набору мобільних застосунків навчального призначення);

3. Наявність відповідного навчально-методичного забезпечення (кожен суб'єкт навчального процесу повинен бути забезпечений адаптованим до мобільних технологій навчально-методичним контентом).

Проаналізувавши кожну із запропонованих умов в розрізі сучасного стану освіти в Україні, можемо зробити висновок, що особливо актуальним є питання розробки навчально-методичного забезпечення адаптованого до використання мобільних застосунків при вивченні шкільних дисциплін.

References

1. Kuklev V. A. Stanovlenije sistemy mobil'nogo obuchenija v otkrytom distantsionnom obrazovanii : dis. ... d-ra ped. nauk : 13.00.01 (The formation of a mobile learning system in the open remote education: Doctoral thesis : 13.00.01). Ul'yanovsk, 2010. 515 p.
2. Semerikov S. O. Fundamentalizatsiia navchannia informatychnykh dystsyplin u vyshchii shkoli : monohrafiia (The fundamentalization of IT-disciplines' formation in the higher education institution : monograph). Kryvyi Rih; Kyiv : Mineral : National Pedagogical Dragomanov University, 2009. 340 p.

Liliia Myroniuk*, Ph. D.

Larysa Royko**, Ph. D.

* Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine
e-mail: Myroniuk.Liliia@vnu.edu.ua

**Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine
e-mail: Royko.Larisa@vnu.edu.ua

**STUDY OF MULTIMEDIA TECHNOLOGIES BY STUDENTS OF
PHILOLOGY IN THE COURSE «INFORMATION TECHNOLOGIES»**

Abstract. The experience of studying and using the means of multimedia technologies in the training of future specialists in philology at the Lesya Ukrainka Volyn National University is presented. Features of the Microsoft Publisher program, HTML hypertext markup language, multimedia presentations, cloud technologies are shown.

Key words and phrases: information technologies, multimedia technologies, Microsoft Publisher tools, multimedia presentation, cloud technologies, philology students.

Наявність в освітніх програмах курсів, пов'язаних з інформаційними технологіями, надає студентам можливості отримання інформації щодо комп'ютерної грамотності не тільки у своїй професійній діяльності, але і у всіх сферах життя суспільства, що допомагає поглибленню професійних знань, наукового та культурного світогляду [2].

На факультеті «Філології та журналістики» Волинського національного університету імені Лесі Українки у цикл загальної підготовки навчального плану бакалавра другого року навчання (спеціальність 035 «Філологія») включено навчальну дисципліну «Інформаційні технології в галузі знань», а для студентів освітян (Спеціальність 014 «Середня освіта») – «Інформаційні технології в освіті».

Силабуси навчальних дисциплін складаються з двох змістових модулів, перший з яких включає роботу з текстовим редактором, електронними таблицями, базами даних, другий – розробку та використання мультимедійних технологій у галузі філології.

Метою дослідження є представлення досвіду вивчення та використання засобів мультимедійних технологій у навчальному процесі підготовки бакалаврів філологів викладачами кафедри загальної математики та методики навчання інформатики Волинського національного університету імені Лесі Українки.

Аналіз наукових досліджень і публікацій засвідчує, що проблема використання інформаційних технологій в освітньому процесі вищих навчальних закладів загалом розглядається і успішно вирішується [1], [5]. Зупинимося і

охарактеризуємо вивчення основних тем застосування засобів мультимедійних технологій студентами-філологами.

При опрацюванні теми «Розробка матеріалів засобами Microsoft Publisher» студенти філологи, використовуючи шаблони програми, створюють буклети, які містять інформаційно-хронологічні дані про життя та творчий шлях прозаїків та поетів, аналіз художнього твору та характеристику його героїв, промо-буклети для тематичних заходів (рис. 1.), візуалізацію навчально-наукового матеріалу, а також листівки, календарі, грамоти тощо.

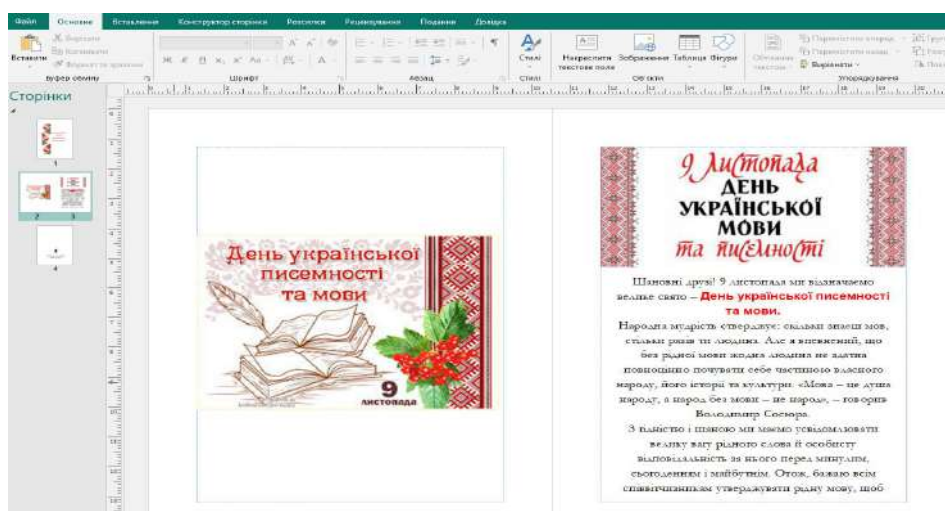


Рис. 1. Фрагмент зображення буклету, створеного засобами Microsoft Publisher

При вивченні теми «Створення Веб-сайту» майбутні філологи ознайомлюються з основними прийомами, які необхідні для створення Веб-сайтів та Веб-сторінок, засвоюють методологію та технологію оформлення інтерфейсу Веб-сторінок. Створення студентами власної Веб-сторінки засобами HTML (*HyperText Markup Language*) (рис. 2) дозволяє закріпити поняття про мову розмітки гіпертексту HTML та способи виконання дій з командами-тегами для створення Веб-сторінок, з якими документ визначений та структурований.

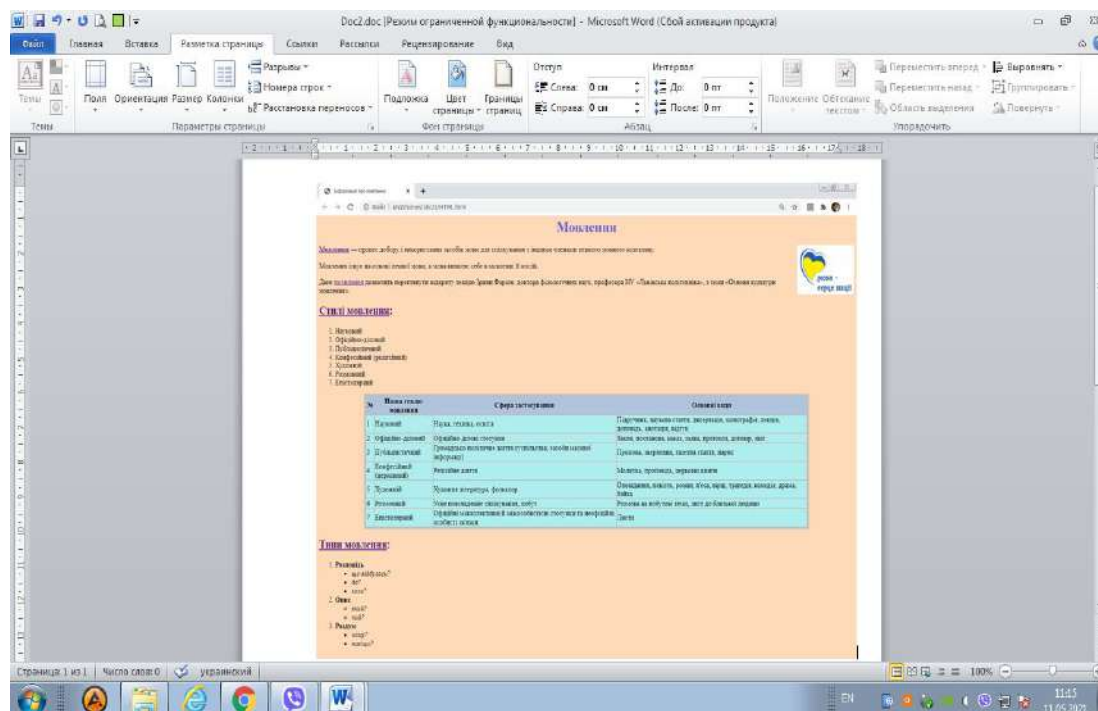


Рис. 2. Фрагмент зображення Веб-сторінки, створеної засобами HTML

При вивченні теми «Хмарні технології та можливості їх використання» [4] студенти ознайомлюються і працюють з хмарними сервісами Google, Microsoft Office 365, Wolframalpha.

Мультимедійні презентації студенти філологи створюють, використовуючи засоби вище зазначених хмарних сервісів [3].

Висновки. Як показує досвід, вивчення мультимедійних технологій на заняттях з курсів «Інформаційні технології в галузі знань» та «Інформаційні технології в освіті» дає можливість покращити якість підготовки студентів філологів, а саме: підвищити мотивацію та інтерес до вивчення навчальної дисципліни; збільшити естетичний та емоційний рівень заняття за рахунок використання музики, анімації; збільшити обсяг навчального матеріалу для його засвоєння та використання; покращити реалізацію індивідуалізації навчання; відпрацювати різні аспекти мови (фонетичний, граматичний, лексичний та комунікативний).

References

1. Miroschnychenko V. M. The application multimedia technologies in the training process of future philologists. Collection of scientific works [Kherson State University]. Pedagogical sciences. 2017. Vol. 78, №3. P. 210–213 (in Ukrainian).
2. Myroniuk L. P., Royko L. L. The value of the course «Information Technology» in the preparation of a bachelor of philology. *Proc. Ukrainian scientific-practical conference «Trends and prospects of the development of education, science and technology in the era of transformation processes»*. Lutsk: Tower, 2021. P. 193–195 (in Ukrainian).
3. Pakholok Z. O., Myroniuk L. P. Methods of treatment of Google Slides cloud processing services and Sites to make homepage presentations and placing them on the site in the course «Ukrainian language as foreign». *Journal «Computer-integrated technologies: education, science, production»*. 2020. Vol. 38. P. 51–58 (in Ukrainian).
4. Protska S. Use of the cloud technologies in the formation of professional competences bachelors philologists. *Pedagogical process: theory and practice. Proc. Borys Grinchenko Kyiv University, Anton Makarenko Charity Fund*. Kyiv: Edelweiss, 2015. Vol. 5–6, P. 88–92 (in Ukrainian).
5. Sorokina N. V. Using multimedia in the Professional English Acquisition by future philologists. *Pros. Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University. Series: pedagogy and psychology*. 2011. Vol. 35, P. 274–277 (in Ukrainian).

Vera Petruk*, Dr. Sc.

Irina Kleopa**, graduate student

*Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: petruk-va@ukr.net

**Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: paceka08@gmail.com

USE OF THE REFERENCE SUMMARY OF LECTURES IN HIGHER MATHEMATICS AT THE TECHNICAL UNIVERSITY DURING THE PANDEMIC

Abstract. We consider the problem of online teaching of higher mathematicians of the Technical University using the electronic system of Vinnytsia National Technical University JetIQ based on the use of a key lecture, which allows to systematize, highlight, provide students with complete theoretical material for mastering topics and sections.

Key words: electronic system JetIQ, reference syllabus, higher mathematics, online learning.

Як показує досвід, перед викладачами, особливо початківцями, гостро постала проблема вибору ефективних форм, методів та засобів, які приводили б до досягнення позитивного результату (співвідношення трудових витрат викладача з глибиною засвоєння навчального матеріалу студентами).

Серед різних прийомів підвищення якості навчально-методичної діяльності педагога в сучасних умовах вимагає розробка і використання опорного конспекту, який допомагає систематизувати навчальний матеріал, виділити головне.

Опорні конспекти активно використовуються в системі сучасного навчання як варіант виконання інтелект-карти і як самостійна форма викладу матеріалу. З огляду на успішний досвід застосування таких конспектів у викладанні навчальної дисципліни «Вища математика» в технічному ЗВО в умовах онлайн навчання є підстави стверджувати, що опорний конспект дає досягнути рівня аудиторного навчання. Але маємо зазначити що методика застосування опорних конспектів передбачає дотримання обов'язковості структури матеріалу, яка визначається переліком питань, що входять до плану, мети та завдань із засвоєння теми. Крім того повний виклад теми має бути доступний для студентів у вигляді підручника або посібника у навігаторах дисципліни.

Наведемо приклад структури частини опорного конспекту першої лекції з розділу «Операційне числення» після вступу, де зазначена важливість матеріалу для використання у загальнотехнічних та фахових дисциплінах за спеціальністю:

§1. Оригінал та зображення.

Розглянемо комплексну функцію дійсної змінної t , $f(t)$.

Означення 1. Функція $f(t) = u(t) + iv(t)$ називається оригіналом або початковою функцією, якщо вона задовольняє умовам:

1. $f(t)$ – визначена та неперервна на інтервалі $(-\infty; +\infty)$, за виключенням деякого кінцевого числа точок розриву першого роду на кожному інтервалі кінцевої довжини;

2. $f(t) = 0$, коли $t < 0$;

3. Існують такі два числа $M > 0, S \geq 0$, що для будь якого $t > 0$, $|f(t)| \leq Me^{-st}$

Зауваження:

1) S – називають показником росту функції $f(t)$. Це означає, що $f(t)$ за абсолютною величиною зростає не скоріше деякої наперед заданої показникової функції;

2) обмеження 1-3 (означення 1) скорочують клас оригіналів, а також і можливості характеристики фізичних процесів.

Найменш жорстокою є умова 2 (означення 1) так як можна вказати початок відліку $t = 0$ та дослідити процес, коли $t > 0$.

Приклад. Покажіть, що функція $f(t) = \begin{cases} e^{2t} \cdot \sin 3t, & t > 0 \\ 0, & t \leq 0 \end{cases}$ є функція оригінал.

Розв'язування.

Дійсно: 1) $f(t)$ визначена $\forall t \in (-\infty; +\infty)$.

2) $t < 0, f(t) = 0$.

3) $|e^{2t} \cdot \sin 3t| \leq e^{2t}$ за M можна взяти $M \geq 1, S_0 = 2$.

Виклад на екран дисплея теоретичного матеріалу в такому вигляді під час лекції з використанням Meet дає основні положення для поняття головного означення розділу. Крім того, окремо кожен опорну лекцію виставлено в навігаторі, враховуючи, що під час онлайн лекції виникають проблеми у студентів із зв'язком. Таким чином студенти забезпечені всім необхідним матеріалом для вивчення теми.

III International Scientific and Practical Internet Conference «Mathematics and Informatics in Higher Education: Challenges of Modernity», May 20-21, 2021, Vinnytsia, Ukraine

ID	Назва матеріалу	Автор	Тип файлу	Кількість переглядів
467440	Практичне заняття за розкладом 16.05-18.40, 02.12.20, гр 2AKIT-196. Тема: математична статистика		url	101
455631	Опорний конспект лекцій. Математична статистика	Петрук В.А.	pdf	155
455319	Варіанти типового розрахунку з математичної статистики	Петрук В.А.	doc	138
455172	Лекція 27.11.2020. Елементи математичної статистики		url	101
454263	Лекція 26.11.2020. Елементи математичної статистики	Петрук В.А.	docx	24
454257	Опорний конспект лекцій з теорії ймовірностей	Петрук В.А.	pdf	72
454252	Навчальний посібник Ч.4, Теорія ймовірностей.	Петрук В.А.	pdf	171
454025	Лекція. Теорія ймовірностей 26.11.2020.о10.15-13.00.		url	101
441757	Практичне заняття. 1AKIT-19 6. За розкладом 20.11.2020. о 17.00-19.35. Тема: Теорія ймовірностей		url	101
439348	Практичне заняття 19.11.2020 о 14.15-15.55 -2 AKIT, о 17.55-19.35 -1 AKIT-19 6.		url	101
421465	Лекція. 8.15-10.00 13.11.2020.Тема теорія ймовірностей		url	101
371545	Колокаіум ФКЗ.+Операційне числення.	Петрук В.А.	test	62563
306875	Путівник (таблиця зображень+властивості)	Петрук В.А.	docx	38
306804	Опорний конспект. Розділ 2. Операційне числення	Петрук В.А.	docx	64
305634	Лекція. Операційне числення. 16.10.2020.о 08.15 -10.00.		url	131
304196	Лекція. Операційне числення. 15.10.2020.о 10.15 -13.00.		url	131
294479	Лекція 01+02.10.2020 Операційне числення	Петрук В.А.	docx	59
292441	Лекція. Операційне числення.02.10.2020.о 08.15 -10.00.		url	131
289191	Лекція. Операційне числення.01.10.2020.о10.15 -13.00.		url	131
282008	Опорний конспект. Розділ1. ФКЗ	Петрук В.А.	docx	94
273306	Вища математика лекція кожний непарний тиждень п'ятниця 8.15-10.00		url	131
270371	Лекція (вища матем) кожний непарний тиждень четвер о 10.15-13.00 п'ятниця 08.15-10.00		url	131
231825	Лекція №2, від 04.09.2020. ФКЗ	Петрук В.А.	docx	34
230161	Лекція № 1, від 03.09.2020. Розділ 1. ФКЗ	Петрук В.А.	docx	39
229497	Вища математика.Част. 3. Навчальний посібник	Петрук В.А.	docx	192

Бачимо, що з потоку (56 осіб) неодноразово студенти звертаються до матеріалів навігатора. Доцільним є надання студентам «путівника», що нагадує картку з формулами, для зручного використання (як у школі було з тригонометрії). Після закінчення викладу матеріалу з розділу ми пропонуємо перевірку засвоєних знань онлайн тестуванням.

Таким чином результати тільки онлайн навчання під час пандемії дають результати не гірші ніж аудиторне. Але при цьому вагому роль відіграє добросовісність студентів щодо не тільки присутності на лекції, а й наполегливості в засвоєнні матеріалу. Щоб досягти цього ми плануємо пропонувати в кінці кожної лекції міні тестування з теми кожного учасника, що можливо в системі JetIQ у Вінницькому національному технічному університеті.

Dmytro Pokryshen, Ph. D.

Chernihiv Regional Institute of Postgraduate Pedagogical Education named after K. D. Ushinsky, Chernihiv, Ukraine
e-mail: pokryshen@ukr.net

PROBLEMS OF NATURAL EDUCATION IN UKRAINE

Abstract. The relevance of STEM-education in the educational process, training and retraining of educators is considered. Possible ways to solve the outlined problems are identified. The place of mathematical knowledge in the context of STEM-education and their importance for future engineers and mathematicians is given.

Key words and phrases: STEM, mathematics, advanced training, education, university.

Зміни, які відбуваються у сучасному світі не можуть не впливати на нашу країну. Все більшої популярності набувають ІТ-компанії та компанії, які розвивають технологічний напрямок: Apple, Amazon (Blue Origin), Boeing (Starliner), Tesla, Space X, Virgin Galactic та інші.

Очевидно, що подальший розвиток можливий за рахунок якісної підготовки кадрів, які зможуть створювати інноваційні продукти та потім обслуговувати їх по всьому світу. Таким чином виникає нагальна потреба у підготовці конкурентоспроможних інженерних кадрів у нашій країні. Це можливо за рахунок популяризації природничо-математичних знань (політехнічне навчання, STEM-освіта), і математики зокрема, та активне впровадження в освітній процес закладів освіти всіх рівнів. Дошкільна, початкова, середня, старша, вища та позашкільна освіта повинні активно долучитись до всесвітнього руху розвитку інженерного спрямування в освіті та профорієнтації.

Таким чином перед закладами вищої (ЗВО) та післядипломної педагогічної (ЗППО) освіти постає проблема якісної підготовки та перепідготовки кадрів готових працювати у нових умовах та з новими викликами.

Як показує багаторічний досвід та сьогоднішня нормативна база класичні ЗВО дуже інертні і не готові швидко адаптуватися (навчальні програми на п'ять років, «сімейні підряди», морально застарілі дидактичні матеріали та кадри) під еволюційні зміни у суспільстві. Крім того є проблема перепідготовки та підвищення кваліфікації освітян, які закінчили навчання багато років тому.

Ефективність впровадження STEM-освіти залежить від всіх суб'єктів освітнього процесу та бенефіціарів, а саме держави (нормативно-правове та матеріально-технічне забезпечення), освітян (готовності до впровадження) та учнів, як здобувачів освіти. Не менш важливим у цьому процесі є якість освітніх програм, методичного та дидактичного забезпечення.

І очевидним, є той факт, що без базової математичної підготовки учнів та фундаментальної математичної підготовки вчителів говорити про успішність впровадження STEM-освіти досить важко. Адже логічне мислення, побудова моделей, проведення обчислень та розрахунків не можливі без математики.

Отже, підготовка вчителів у педагогічних закладах вищої освіти повинна враховувати особливості STEM-освіти та готувати їх до роботи у таких умовах. З іншого боку ми маємо проблему, що діти, цьогорічні випускники ЗЗСО, не мають бажання вступати на природничо-математичні та інженерні профілі навчання. Водночас, популярними стають комп'ютерні спеціальності. Але для успішного навчання у ЗВО, які готують ІТ спеціалістів також актуальним є високий рівень математичної підготовки студента.

Що ж робити вже зараз?! Окрім оновлення змісту та якості нормативних дисциплін та дисциплін вільного вибору студентів у ЗВО, які займаються підготовкою майбутніх освітян варто звернути увагу на вчителя, який багато років працює у школі.

У сьогоднішньому світі освітянину досить важко знайти потрібний якісний матеріал необхідний на урок. Пошук контенту в Internet, добір та систематизація займає дуже багато часу. Вирішення цієї проблеми знаходиться у готових мультимедійних дидактичних комплексах (план-конспекти уроків, мультимедійний та інший матеріал).

І другий шлях, це навчити вчителя самостійно розробляти та впроваджувати елементи STEM-освіти. У Чернігівському обласному інституті післядипломної педагогічної освіти імені К.Д. Ушинського розроблено відповідні тематичні курси підвищення кваліфікації вчителів.

Підсумовуючи все вище сказане можна стверджувати, що впровадження STEM-освіти є пропедевтикою та орієнтацією майбутніх абітурієнтів на інженерні та природничо-математичні спеціальності, підготовкою учнів до різних життєвих ситуацій, визначення місця математичної освіти у різних сферах людської діяльності.

References

1. Davydenko A. A., Pokryshen D. A. Software tool for studying the course of rays in various optical devices *Scientific journal of NPU named after MP Drahomanov. Series 2: computer-based learning systems*, 2019, №21 (28) , P. 34–37.
2. Davydenko A. A., Pokryshen D. A. Creation of a device for studying the mechanical motion of bodies using a sensor of a computer manipulator *Scientific journal of NPU named after MP Drahomanov. Series 2: computer-based learning systems*, 2017, № 19 (26). С. 150–154.
3. Pokryshen D. A. , Oleksienko S. O. The role and place of information-analytical systems in professional development of computer science teachers *Open educational e-environment of modern University*, № 6 2019. P. 55–62. URL: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/2414-0325.2019.6.5562>
4. Pokryshen Dmytro A., Prokofiev Evgeniy H., Azaryan Albert A. Blogger and YouTube services at a distant course “Database management system Microsoft Access”. *Proceedings of the 6th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2018)*. 2018. Vol. 2433. P. 516–528. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2433/>

Natalia Pratsiovyta

Kyiv College of Trade and Economics of Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine

**THE PROBLEM AS A MEANS OF DEVELOPING INTEREST IN
MATHEMATICS AND FORMATION OF SCIENTIFIC CULTURE IN
STUDENTS**

Математична задача – це вимога: при заданих умовах (даних про кількісні та просторові відношення математичних або реальних об'єктів) обчислити, виразити, спростити, знайти, довести, побудувати, дослідити тощо. Математична теорія – це комплекс розв'язань задач у загальних постановках. Математика як навчальна дисципліна – це система математичної теорії і задачного матеріалу зі своїм потенціалом (навчальних, діагностуючих, контролюючих функцій).

Місце, роль і значення задач (суто математичних і прикладних) у процесі вивчення математики загальновідомі, хоча і тут можна знайти багато додаткових (можливо нових) аргументів і доповнити висновки емоціями (обійдемося без цього). Кожна задача у навчальному процесі має мати чітко визначену дидактичну мету (навчальну, діагностичну, контролюючу тощо). Від якості формулювання задачі, від умисності її використання, від її предметної, міжпредметної та прикладної спрямованості залежить успіх (результат) навчального процесу. Зрозуміло, що задачний матеріал підручника має бути вдало структурованим та збалансованим, а окремо взята задача – підпорядкована конкретним цілям навчання.

Неякісно сформульовані задачі вбивають інтерес у школяра до математики, науки, навчання.

Неякість має різні прояви: 1) неоднозначність тлумачення змісту задачі (умови або вимоги); 2) наявність у задачі суперечливих даних; 3) наявність у формулюванні задачі зайвих незмістовних слів; 4) некоректність вимоги задачі тощо. Наведемо приклади таких задач з існуючих посібників:

1.1.a. *Із цифр {1,2,3,4,5,6} складіть будь-які чотирицифрові числа, що містять цифри 1 і 2. Скільки таких чисел можна скласти?*

1.1.b. *Знайти: 1) найбільше значення виразу $\left(\frac{2}{3}\right)^x$; 2) додатний корінь рівняння, якщо $3 \cdot 2^{2x} + 2 \cdot 3^{2x} = 5 \cdot 6^x$.*

1.2. *У прямокутному трикутнику ABC з прямим кутом C , що $AC = 8$ см, $BC = 6$ см. Через AB проведено площину π , яка утворює з катетом AC кут 60° . Який кут утворює з площиною π катет BC ?*

1.3. *Маленький хлопчик Василько колекціонував іграшкові фігурки вікінгів. Одного разу він помітив, що всіх його вікінгів можна розставити на столі рядами по 8, по 12 і по 14 фігурок у кожному ряду і при цьому кожного разу не буде жодного неповного ряду. Знайдіть найменшу кількість фігурок, яка може бути в колекції Василька.*

1.4.a. *Відомо, що множина значень функції $y = f(x)$: $E(y) = [-3; 8]$. Знайдіть найменше значення функції $y = 5f(x + 12)$.*

1.4.b. *За заданим ескізом графіка неперервної функції знайти всі точки, в яких її похідна дорівнює нулю (з графіка видно, що існують точки перегину та екстремуми).*

«Як спасти задачу 1.4.b?» Це просто зробити: або прибрати з вимоги задачі ключове слово **всі** або виколоти на ескізі графіка точки перегину.

Неправильна відповідь до задачі у шкільному підручнику – це катастрофа (розгубленість вчителя, недовіра учня, сором за систему освіти).

Вища міра інтересу до математики проявляється у сформованості бажання учня якісно оформляти розв'язання задач (нажаль, на уроці на це часу не вистачає). Це прояв належної математичної культури і сформованості смаків учня (наявність математичної естетики).

Розв'язання задач різними способами – шлях розвитку психологічних та дослідницьких якостей особистості (альтернативність, раціоналізм, прагматизм тощо).

Усвідомлення математики як інструменту структури системи знань і сфери творчості може бути успішно реалізована через систему задач.

Zoia Serdiuk, Ph. D.*

Liudmyla Kulyk, Ph. D.**

*Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University

e-mail: serdyuk_z@ukr.net

**Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University

e-mail: kulyk1211@gmail.com

FEATURES OF BINARY LESSONS IN MATHEMATICS AND PHYSICS

Abstract. The implementation of the competence approach in the study of mathematics and physics through binary lessons is considered.

Key words and phrases: binary lessons in mathematics and physics, basic school, competence approach.

В основу побудови змісту та організації процесу навчання математики в базовій школі покладено компетентнісний підхід, відповідно до якого кінцевим результатом навчання предмета є сформовані певні компетентності як здатності учня застосовувати свої знання в навчальних і реальних життєвих ситуаціях. Як зазначено у програмі з математики для 5-9 класів [1], «навчання математики має

зробити певний внесок у формування ключових компетентностей». Зокрема серед ключових компетентностей виділено основні компетентності у природничих науках і технологіях, що передбачають формування в учнів уміння розпізнавати проблеми, що виникають у докiллі й які можна розв'язати засобами математики; будувати та досліджувати математичні моделі природних явищ і процесів тощо. Предметну математичну компетентність ми розуміємо як спроможність учнів діяти на основі отриманих знань, причому не лише в суто математичних, а й у реальних ситуаціях. У програмі з фізики для 7-9 класів [2] зазначено, що процес навчання фізики в базовій школі спрямовується на розвиток особистості учня, становлення його наукового світогляду й відповідного стилю мислення, формування предметної, науково-природничої (як галузевої) та ключових компетентностей. Зокрема серед ключових компетентностей визначено математичну, що передбачає від учнів *уміння*: застосовувати математичні методи для опису, дослідження фізичних явищ і процесів, розв'язування фізичних задач, опрацювання та оцінювання результатів експерименту; розуміти й використовувати математичні методи для аналізу та опису фізичних моделей реальних явищ і процесів; усвідомлення важливості математичного апарату для опису та розв'язання фізичних проблем і задач. До навчальних ресурсів, які повинні опанувати школярі, відносять: завдання на виконання розрахунків, алгебраїчних перетворень, побудову графіків, малюнків, аналіз і представлення результатів експериментів та лабораторних робіт, обробка статистичної інформації, інформації наведеної в графічній, табличній й аналітичній формах.

Досить яскравим і дієвим засобом формування в учнів базової школи математичної компетентності є проведення бінарних уроків з математики та фізики або ж, що більш реально, використання на уроках математики фізичних задач, що відповідають тій чи тій навчальній темі. Фізику учні починають вивчати

з 7 класу, так само як з 7 класу учні починають вивчати окремо алгебру та геометрію. Тож, наприклад, у 9 класі учні вже мають достатню базу знань з усіх цих предметів. Тому використання фізичних задач чи задач фізичного змісту на уроках алгебри чи то геометрії є досить актуальним та ефективним.

Вчителю необхідно дидактично виважено поєднати формування ключових математичних компетентностей як результат відпрацювання базових вмінь та навичок та вміння застосовувати їх до розв'язування задач прикладного спрямування. Проводити таку роботу необхідно як на уроках математики, зокрема на бінарних уроках математики і фізики, так і в позаурочній роботі, наприклад, залучаючи зміст курсів за вибором, факультативів, математичних гуртків.

Згідно з навчальною програмою [1], функціональна лінія – є однією з основних в курсі алгебри 7-9 класів, до того ж вона розвивається в тісному зв'язку з тотожними перетвореннями, рівняннями і нерівностями. Властивості функцій, як правило, встановлюються за їх графіками, тобто на основі наочних уявлень, і лише деякі властивості обґрунтовуються аналітично. Під час вивчення функцій провідне місце відводиться формуванню умінь будувати й аналізувати графіки функцій, характеризувати за графіками функцій процеси, які вони описують, спроможності розуміти функцію як певну математичну модель реального процесу. Для закріплення отриманих учнями знань, навичок та вмінь доцільно використовувати фізичні задачі, в яких описуються реальні фізичні процеси. Графічний метод у фізиці передбачає використання графіків для опису і пояснення природних процесів та закономірностей, і є могутнім засобом для розв'язування фізичних задач. Він тісно пов'язаний з вивченням графіків функцій в курсі математики. Вивчення одного і того ж матеріалу в різних курсах взаємно збагачує навчальні предмети і наповнює конкретним змістом математичні приклади. Цей метод доцільно використовувати з перших занять «Основи кінематики». Графічне

зображення законів прямолінійного руху і аналіз графіків дозволяють навчити студентів визначати характер руху та числові значення шляху, переміщення, швидкості й прискорення за графіком; наочно зображати функціональні залежності кінематичних величин; порівнювати графіки рухів, за якими можуть бути визначені кінематичні величини; навчити розв'язувати задачі на зустрічні рухи тіл (визначати час зустрічі, місце зустрічі, швидкість у момент зустрічі тощо).

Загалом, важливим підґрунтям для формування в учнів предметних компетентностей (математичних на уроках фізики чи то фізичних на уроках математики) є створення дидактично-виваженої системи компетентнісних завдань з математики для учнів основної, а далі і старшої профільної школи, що враховуватиме основні завдання вивчення математики і фізики в школі та сприятиме всебічному розвитку школярів.

References

1. Mathematics. Grades 5–9. Curriculum for secondary schools. 2017. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/onovlennya-12-2017/5-programa-z-matematiki.doc>.
2. Physics. Grades 7-9. Curriculum for secondary schools. 2017. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/onovlennya-12-2017/7-fizika.doc>.

Alina Skorolitnia, M. Sc.
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine
e-mail: alinascorolitnya@gmail.com

THE TEACHING OF IRRATIONAL EQUATIONS WITH ACTUALIZATION OF THE PROBLEM APPROACH

Abstract. The article is devoted to the application of a problem approach in the teaching of irrational equations. This is one of the topics in high school mathematics that requires the ability to conduct research on various situations and good knowledge of theoretical material.

Key words and phrases: irrational equation, problem approach, problem situation.

Тема «Ірраціональні рівняння» в курсі математики старшої школи є традиційною і її не можна віднести до легко засвоюваної. Рівень вмінь та навичок учнів під час розв'язування ірраціональних рівнянь, що виходять за межі алгоритму, потребують додаткових міркувань і є доволі низькими. Тому надзвичайно важливим для сучасного вчителя математики є пошук шляхів вдосконалення методики вивчення таких рівнянь з актуалізацією на проблемний підхід (див. [2, 3]).

Проблемний підхід передбачає готовність учня до використання вже засвоєних елементів знань для розв'язання проблемної задачі. Звідси постає завдання підготовки учнів до компетентного розв'язання проблеми. Оскільки вирішення проблем вимагає міркувань, учні беруть активну участь у збиранні фактів; у них формуються різноманітні вміння, виробляється система оцінок і здатність вибору найбільш ймовірного розв'язання. Тобто такий підхід стимулює учнів до подальшого дослідження, розвиває навчальні вміння і звичку до творчого стилю роботи.

Наприклад, на початку вивчення теми «Ірраціональні рівняння» (див. [1]) можна розглянути таку задачу: У фермера є дві ділянки квадратної форми для вирощення зернових культур. Площа однієї з них на 2,25 гектари менше другої. Знайдіть площу кожної ділянки, якщо відомо, що загальна довжина огорожі дорівнює 1800 м.

Нехай x м² – площа першої ділянки, тоді $(x - 22500)$ м² – площа другої ділянки. Учні, застосувавши формули для обчислення площі та периметра квадрата, отримують рівняння $4\sqrt{x} + 4\sqrt{x - 22500} = 1800$, яке називають ірраціональним.

Виклад нового матеріалу пов'язаний з ірраціональними рівняннями представлено у вигляді пошуку розв'язання проблемної ситуації. Аналізуючи яку, учні висувають гіпотези для її пояснення, застосовують свої знання, досліджують можливості та способи її розв'язання.

Підсумовуючи, зазначимо, що ірраціональні рівняння вимагають уміння проводити дослідження різних реальних ситуацій та доброго знання теоретичного матеріалу. На нашу думку, саме проблемний підхід є актуальним при вивченні даної теми.

References

1. Achiri Ion, Efros Petru, Garit Valentin, Prodan Nicolae. Mathematics for the 10th grades. Chisinau: Prut International Publishing House, 2012. 282 p.
2. Makhmutov M.I. Organization of problem learning in school. Moscow: Prosveshchenie, 1977. 240 p.
3. Makhmutov M.I. Problem training. The main questions of theory. Moscow: Pedagogy, 1975. 368 p.

Olena Soia*, Ph. D.

Olga Kolomiets**

*Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: soia.om@vspu.edu.ua

**General education school of I-III degrees № 1, Kalynivka, Ukraine
e-mail: oskol1936@gmail.com

ORGANIZATION OF INDEPENDENT COGNITIVE ACTIVITY OF PUPILS IN MATHEMATICS BY THE METHOD OF PRACTICAL WORKS

Abstract. The article substantiates the importance and relevance of the organization independent cognitive activity of pupils in mathematics by the method of practical work in the context of setting appropriate educational tasks. Varieties of practical works are presented, requirements and stages of their carrying out are described. The role of the teacher in the preparation, organization and implementation of practical work in mathematics is considered.

Key words and phrases: independent cognitive activity, mathematics, practical work, pupils, mathematics teacher.

Analysis of training programs in mathematics, algebra and geometry [1], taking into account their own and studying advanced pedagogical experience [2] leads to the conclusion that the organization of practical work is relevant and necessary in the context of educational tasks: to identify essential properties of mathematical concepts and establish links between this concept and others; to establish regularities and dependencies between mathematical quantities; generalize and theoretically substantiate various applied problems; to create a model of a geometric figure, to model a certain process of the surrounding reality, phenomenon or situation; to compose new problems arising from the solution of the given ones; apply theoretical knowledge to solve practical problems, applied problems, etc.

In preparation for practical work with pupils, the teacher must select such tasks that will provide pupils with the formation of competencies in independent cognitive activity. Therefore, the question in the problem should be such that the results of the study the pupil could find the answer; the condition of the problem must ensure the use

of different methods and ways to solve it; in the conditions of problems there should be no direct instructions on the use of known theorems and formulas and ways to solve the problem. The teacher can use practical work before explaining new material (to update basic knowledge and skills), in the process of storytelling (to illustrate theoretical positions) or after studying the material (for the purpose of generalization and systematization of complex application of knowledge).

Types of practical work [3].

1. Introductory practical work, involving the formation of skills and abilities to use devices, devices necessary to perform tasks.

2. Confirmatory practical work, the implementation of which aims to confirm the correctness of the obtained theoretical knowledge.

3. Partially exploratory practical works that stimulate pupils' independence and creative thinking. The instructions for such work indicate the topic, purpose, objectives, general research plan and a tentative list of questions to be answered. Pupils independently detail the research plan and choose the educational trajectory to achieve the goal of the study.

4. Research practical works have only the purpose of research, all other stages of work are planned by pupils independently. This type of work requires a lot of time, high intellectual effort and involves appropriate evaluation.

Practical work can be organized in the classroom, outside the classroom (for example in the school yard) or at home. Depending on the volume and content of the material, it can last part or all of the lesson, done as homework.

We see the following stages of practical work: informing pupils about the topic and purpose of the work; repetition of theoretical material necessary for practical work; acquainting them with the content and description of the work to be performed; implementation of the necessary instruction on the stages of work, sequence of

measurements and calculations, requirements for the design of work; independent performance by each pupil or group of pupils of practical work, recording the results of measurements and calculations in the table; teacher observation of pupils' work, checking the correctness of measurements and calculations; summarizing the results of practical work.

Requirements for practical tasks vary according to the age of pupils and the development of their mathematical abilities and the formation of competencies. If, for example, in the fifth grade it is enough to make measurements and appropriate calculations, then in the seventh and eighth grades, in addition to performing measurements and calculations, pupils must provide some justification for choosing methods of implementation of the tasks.

The first practical work in the fifth grade should be done only in the classroom. They should be short. Tasks should be performed together with pupils, using a variety of visualization tools. Pupils must be notified in advance about the practical work. The teacher must conduct the necessary instruction, in particular, emphasize how much time is given to the practical work, what are the requirements for its design.

When assessing the quality of work, we take into account the correctness of constructions and calculations, their rationality; ability to perform approximate calculations and use different methods of solving problems; tidiness of work, etc.

The program of the school course of mathematics does not provide for practical work. But this kind of work should not be underestimated. It is not necessary to conduct them in each lesson, but the use of practical work helps pupils develop the need to experiment in solving various mathematical problems, reveals the practical orientation of the study of mathematics, forms mathematical and research competencies, and so on. They allow pupils to fully understand the mathematical relationships between quantities, to get acquainted with measuring mathematical instruments and their application in

practice, learn to measure and calculate with a certain accuracy, determine calculation errors, use modern digital technologies and visualization of educational material.

References

1. Mathematics. Grades 5–9. Training programs for secondary schools. [Ministry of Education and Science of Ukraine]. URL: <https://mon.gov.ua/en/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas> [in Ukrainian] (accessed 10.05.2021).
2. Teaching methods in school and preschool institutions. URL: <https://www.pedrada.com.ua/article/2361-metodi-navchannya> [in Ukrainian] (accessed: 10.05.2021).
3. Turkot T. I., Konoval O. A. Pedagogy and psychology of higher school: tutorial. Kherson : Oldi-plus, 2013. P. 169. URL: https://pidru4niki.com/16740216/pedagogika/praktichni_zanyattya_metodika_pidgotovki_provedennya [in Ukrainian] (accessed: 10.05.2021).

Olha Titova, Ph. D.
Zaporizhia National University, Zaporizhia, Ukraine
e-mail: toa7676@gmail.com

USE OF ONLINE SERVICES IN THE STUDY OF MATHEMATICAL ANALYSIS DURING DISTANCE LEARNING

Abstract. The application of the main online services in the distance learning of mathematical analysis is considered. The main attention is paid to training exercises to consolidate the knowledge and skills of students

Key words and phrases: online services, distance learning, training exercises, mathematical analysis

Важливими завданнями на сьогоднішньому етапі розвитку і модернізації освіти є забезпечення якості підготовки спеціалістів. Актуальною є зміна педагогічних методик та впровадження інноваційних технологій навчання в освітній процес. Дане дослідження присвячено використанню онлайн сервісів, інтерактивних вправ під час вивчення та закріплення матеріалу з математичного аналізу студентами.

Створено і впроваджено в навчальний процес інтерактивні матеріали з теорії функцій, диференціального та інтегрального числення, теорії рядів. Інтерактивні вправи, створені за допомогою LearningApps та інших сервісів, дали змогу студентам підвищити свій рівень володіння навчальним матеріалом. Посилання на відповідні матеріали для студентів надано на сторінках курсу математичного аналізу в СЕЗН Moodle. Студенти мають змогу проходити вправи велику кількість разів.

Різноманітність використаних онлайн ресурсів, вправ, методів навчання сприяє тому, що процес навчання стає більш цікавішим та результативним.

Lyubov Tyutyun, Ph. D.

Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: tiutiun.la@vspu.edu.ua

LEARNING AND TEACHING ANALYTICAL AND CONSTRUCTIVE GEOMETRY IN HIGHER EDUCATION WITH GEOGEBRA

Abstract. This article discusses some of the possibilities of using the GeoGebra software environment when studying analytical and constructive geometry. The main advantages of this program are analyzed and the expediency of its application during the solution of problems on construction by the method of inversion and research of its properties is shown. An example of such a problem is given. GeoGebra was used to build the image and study the properties.

Key words and phrases: computer technology, GeoGebra, geometry, inversion, geometric problems.

Нині сучасні комп'ютерні технології приводять до кардинальних змін у всіх сферах людської діяльності, немає жодної професії чи спеціальності, у якій ефективно не використовувались би засоби комп'ютерних технологій. Це потребує виховання високоосвіченої, активної, творчої особистості. Сьогоднішні

учні та студенти повинні володіти пошуковим, дослідницьким, творчим стилем мислення, уміти створювати й вивчати нове, самостійно здобувати для цього знання, аналізувати й приймати правильні рішення. Адже саме їм у недалекому майбутньому доведеться брати участь у формуванні і використанні інформаційних ресурсів не лише як споживачі, але й як безпосередні творці, незалежно від того, яку професію вони оберуть. Тому надзвичайно важливою у вирішенні даної проблеми є роль вивчення та викладання математичних дисциплін у педагогічних закладах вищої освіти. Адже розвиток інформаційних технологій тісно пов'язаний з математичними знаннями.

Для розв'язування різноманітних математичних задач різних рівнів складності викладачі користуються прикладними програмами. Найчастіше використовуються вільні програмні продукти. Досить популярним серед них є динамічне геометричне середовище GeoGebra.

Застосування програми GeoGebra у навчальному процесі надає можливість: створити динамічні моделі для ілюстрації, візуалізації та демонстрації різних математичних понять, означень, теорем тощо; впровадити конструктивний напрям у навчанні; організувати евристичну і дослідницьку діяльність; підготувати навчальні матеріали шляхом співпраці.

Значний досвід використання даного програмного середовища у процесі викладання математичних дисциплін, зокрема «аналітичної геометрії» і «конструктивної геометрії», дозволяє стверджувати, що застосування програми GeoGebra сприяє розвитку просторового, логічного та дослідницького мислення, просторової уяви, просторового бачення студентів, спонукає їх до міркувань щодо властивостей заданих і шуканих фігур, які вони потім успішно використовують під час розв'язування інших геометричних задач. Саме тому, програмний засіб

GeoGebra доцільно, на мою думку, використовувати для вивчення аналітичної і конструктивної геометрії.

Однією з важливих переваг динамічного рисунка, виконаного в програмі GeoGebra, є ще те, що він надає можливість продемонструвати не лише кроки побудови як анімацію, а й одразу провести дослідження щодо існування розв'язків та їх кількості. Адже змінюючи на рисунку початкове положення окремо кожної, наприклад точки, кола чи прямої, бачимо як змінюватиметься розташування допоміжних, а, отже, і шуканих фігур. Такі динамічні рисунки сприяють розвитку просторової уяви, просторового, логічного та дослідницького мислення, просторового бачення студента, спонукають його до міркувань щодо конструктивних властивостей заданих і шуканих фігур, які він досить успішно використовує під час розв'язування наступних задач.

Наприклад, доречним і ефективним є використання середовища GeoGebra під час вивчення інверсії в курсі конструктивної геометрії. Як показує досвід, це дозволяє студентам краще зрозуміти і з'ясувати низку цікавих особливостей перетворення інверсії. Завдяки своїм перевагам програма допомагає також дослідити характерні властивості інверсії.

Наведемо приклад побудови образів простих фігур при інверсії (рис. 1). Для цього розглянемо коло інверсії ω з центром у точці O , в якому розміщено довільний п'ятикутник $ABCDE$ (зображений на рисунку пунктирною лінією). Під час інверсії точка A , яка лежала на колі, за властивостями інверсії перейшла сама в себе, тобто вона є інваріантною (подвійною, нерухомою). Точки B, C і E , які лежать всередині кола ω , переходять відповідно у точки I, J, Q , які розташовані ззовні кола інверсії. Точка D лежить поза колом, тому її образом є точка N , яка лежить всередині кола. Щоб перевірити правильність побудови, на рисунку зображені промені OA, OB, OC, OD і OE , які сполучають точки п'ятикутника,

тобто прообрази і образи цих точок. Розглянемо сторони п'ятикутника. Сторона AB , BC , AE відповідно переходять у дуги AI , IJ і QA . Відрізок CD перетинає коло інверсії ω у точці P , яка переходить сама в себе. Відрізок EP перейшов у дугу QP , PD – у дугу PN , DM – у дугу NM , MC – у дугу MJ . Отже, інверсія п'ятикутника побудована правильно, оскільки виконуються властивості інверсії. Зокрема, точки, які лежать всередині кола інверсії переходять у точки, які лежать зовні кола інверсії, і навпаки. Кожна точка кола, інверсна сама собі, тобто є інваріантною, а відрізки переходять у дуги, тощо.

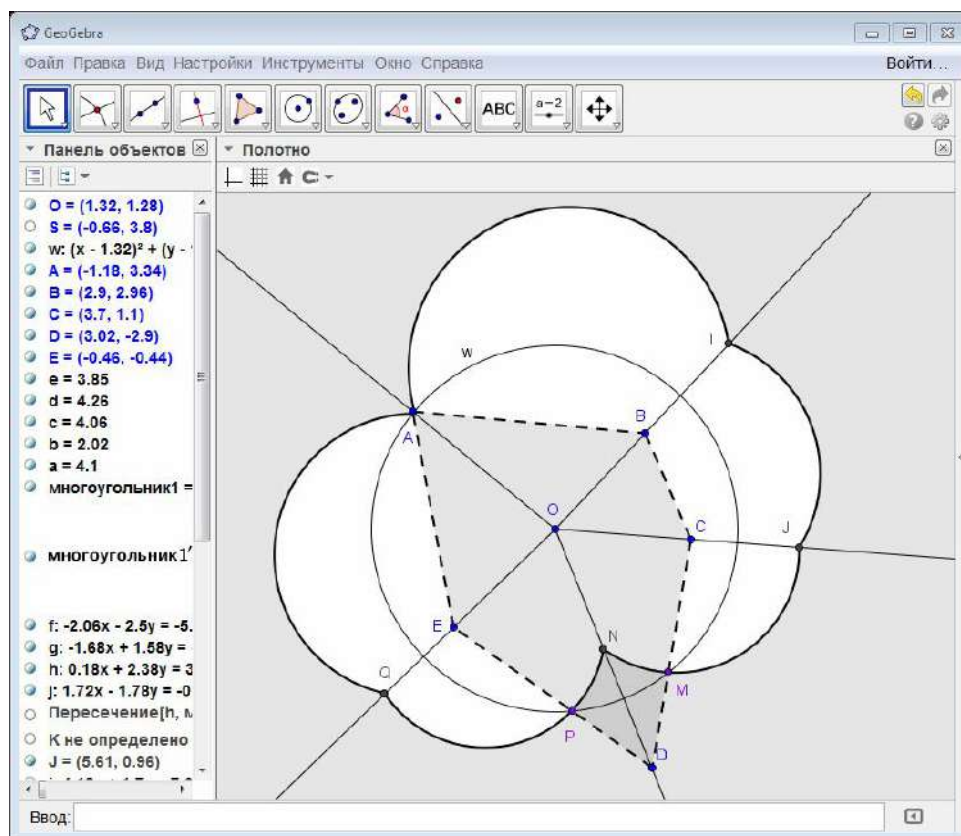


Рис. 1. Побудова образів простих фігур під час інверсії

Таким чином, використання динамічного геометричного середовища GeoGebra в процесі розв'язування геометричних задач, надає можливість підвищити якість засвоєння навчального матеріалу студентами шляхом його

унаочнення, підвищує рівень мотивації до навчання, залучає їх до дослідницької діяльності та самоосвіти, сприяє розвитку просторової уяви, спонукає студентів опанувати нові знання й отримувати навички самостійної роботи та творчого мислення. У процесі вивчення аналітичної і конструктивної геометрії, вказана програма допомагає з'ясувати властивості досліджуваних об'єктів, що допомагає студентам значно краще засвоїти теоретичний матеріал.

Mykola Yevtuch*, Dr. Sc.

Oksana Klochko**, Dr. Sc.

Vasyl Fedorets***, Ph. D.

*Institute of Pedagogics, National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

e-mail: yevtuchmb@ukr.net

**Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: klochko.ov@vspu.edu.ua

***Communal Higher Education Institute “Vinnytsia Academy of Continuous Education”, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: bruney333@yahoo.com

USING VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY TO DEVELOPMENT OF THE HEALTH-PRESERVING COMPETENCE OF A PHYSICAL EDUCATION TEACHER: METHODOLOGICAL ASPECT

Abstract. The article represented a methodological reflection ways to improve the health-preserving competence of a Physical Education teacher based on the augmented and virtual reality technologies.

Key words and phrases: Physical Education teacher, health-preserving competence, virtual and augmented reality, methodological.

Застосування сучасних цифрових технологій [1; 2] є пріоритетним напрямом розвитку освіти, який сприяє її гуманізації, інтелектуалізації, інтернаціоналізації, а

також розширенню можливостей для власного самовдосконалення і самореалізації як педагога так і учнів. Доповнена реальність як інноваційна технологія містить значний гносеологічний і практико-технологічний потенціал, що визначає можливості її застосування в процесі удосконалення здоров'язбережувальної компетентності вчителя фізичної культури в умовах післядипломної освіти.

Професійна діяльність вчителя фізичної культури зв'язана з просторовими об'єктами, що потребує ефективних ментальних і сенсорних навичок і стереотипів, зокрема стереометричного сприйняття, уяви і уявлень та просторового та практичного мислення. Вказані ментальні і сенсорно-ментальні навички та досвіди лежать як в основі його професійної так і здоров'язбережувальної компетентностей. Переважно зазначені навички і стереотипи формуються в процесі ідивідуального розвитку (онтогенезу) відповідно до спадкових задатків. Просторове мислення як і навички стереометричного сприйняття можуть бути досить ефективно розвинуті за допомогою складно-координованих видів рухової активності включаючи спорт, танці, трудову діяльність. Важливу роль в цьому відіграє перебування в «складно-структурованих» просторах, ліс, дерева, гори, море. Водночас використання цифрових технологій, зокрема доповненої і віртуальної реальностей для удосконалення здоров'язбережувальної компетентності вчителя фізичної культури, розвитку його просторового мислення та аналізу і висвітлення складних теорій використовується недостатньо. Вказана проблема не відображена в повній мірі в науковій педагогічній літературі. Це разом із значимістю подальшої розробки вказаного інноваційного напрямку визначає наше дослідження як актуальне.

З появою віртуальної і доповненої реальності відкрилося поле нових можливостей для розширення і удосконалення фізкультурно-оздоровчих

технологій [3; 4], а також для розвитку просторового мислення, орієнтації в просторі, аналітичного мислення при застосуванні його до стереометричних об'єктів. Вказані цифрові технології по суті можуть сформувати в реальному просторі нові віртуальні об'єкти, розширюючи розуміння реальності, а також створити простори смислів – тобто зробити простір професійної діяльності вчителя «інформаційно насиченим», розумним, орієнтованим на певний вид діяльності, ергономічним для реалізації визначених цілей.

Здоров'язберезувальний аспект доповненої [2] і віртуальної реальностей полягає тому, що: розвинуте просторове мислення є складовою професійного, формування «змістовно-смилових» просторів та відповідне спрямування існуючого середовища може проводитися на основі інтенцій і цінностей збереження здоров'я і життя. Це відповідає «Національній стратегії розбудови безпечного і здорового освітнього середовища у новій українській школі» (Указ Президента України від 25.05.2020 р.).

Актуальним є використання віртуальної реальності для практико-технологічного осмислення вчителем складних теорій, які застосовуються в фізичній культурі. Зокрема ми в умовах післядипломної освіти застосовуємо технології віртуальної реальності для розкриття здоров'язберезувального, гносеологічного і герменевтичного потенціалів теорії побудови рухів М. Бернштейна та для практичного спрямування вказаних знань. Розроблено (О. Ключко і В. Федорець) програмний додаток “Virtual Model Illustrating Nikolai Bernstein’s Theory of Movement Construction” завдяки якому теорія етапної побудови рухів М. Бернштейна розкривається з використанням антропних образів та в змодельованому віртуальному просторі (Рис. 1).

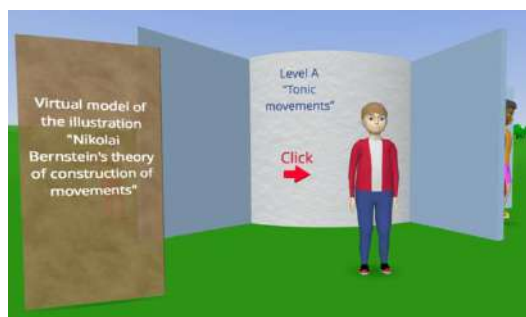


Рис. 1. Програмний додаток “Virtual Model Illustrating Nikolai Bernstein’s Theory of Movement Construction” (О. Ключко і В. Федорець)

Застосування технологій доповненої і віртуальної реальності для удосконалення здоров’язберезувальної компетентності вчителя фізичної культури в умовах післядипломної освіти є ефективним інноваційним засобом який дає можливість на новому якісному рівні вирішувати професійні проблеми та сприяє інтелектуалізації вказаної компетентності і освітнього процесу.

References

1. Klochko O. V., Fedorets V. M., Uchitel A. D., Hnatyuk V. V., Methodological aspects of using augmented reality for improvement of the health preserving competence of a physical education teacher, AREdu 2020-Augmented Reality in Education. Kryvyi Rih, Ukraine 2731 (2020) 108–128.
2. Semerikov S. O., Teplytskyi I. O., Yechkalo Y. V., Kiv A. E., Computer simulation of neural networks using spreadsheets: The dawn of the age of camelot, arXiv preprint arXiv:1807.00018 2257 (2018) 122–147.
3. Calabuig-Moreno, Ferran, et al. "The Emergence of Technology in Physical Education: A General Bibliometric Analysis with a Focus on Virtual and Augmented Reality." Sustainability 12.7 (2020): 2728.
4. Chang, Kuo-En, et al. "Applying augmented reality in physical education on motor skills learning." Interactive Learning Environments 28.6 (2020): 685-697.

Maksym Zhyhallo*

Uliana Nykoniuk**

*Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

e-mail: zhigallomaks@gmail.com

**Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

e-mail: ulia.nikonuyk@gmail.com

SEIDEL'S METHOD FOR SOLVING SYSTEMS OF LINEAR ALGEBRAIC EQUATIONS

Abstract. The paper describes the iterative Seidel method and its use for solving systems of linear algebraic equations.

Key words and phrases: iterative method, system of linear equations, condition of convergence, error estimation.

Ітераційні методи характеризуються тим, що розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь знаходяться у вигляді границі деякої послідовності векторів, які будуються за допомогою однакового ітераційного процесу. Ефективність ітераційних методів визначається швидкістю збіжності послідовних наближень $\bar{x}(k)$ до розв'язку [1, ст. 60].

Як приклад ітераційного (наближеного) методу розв'язання СЛАР варто розглянути метод Зейделя, який є деяким узагальненням методу простої ітерації. Запишемо зведену систему рівнянь у вигляді:

$$x_i = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} x_{ij} \quad (i = 1, \dots, n) \quad (1)$$

Нехай задано початкове наближення $\bar{x}^{(0)}$ і вже обчислено наближення $\bar{x}^{(k-1)}$ тобто відомі компоненти $x_1^{(k-1)}, x_2^{(k-1)}, \dots, x_n^{(k-1)}$. Побудуємо k -те наближення для усіх компонент x_i ($i = 1, \dots, n$). Маємо

$$\begin{aligned}
 x_1^{(k)} &= \sum_{j=1}^n \alpha_{1j} x_j^{(k-1)} + \beta_1; \\
 x_2^{(k)} &= \alpha_{21} x_1^{(k)} + \sum_{j=2}^n \alpha_{2j} x_j^{(k-1)} + \beta_2; \\
 &\dots\dots\dots \\
 x_i^{(k)} &= \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} x_j^{(k)} + \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} x_j^{(k-1)} + \beta_i;
 \end{aligned}$$

$$x_n^{(k)} = \sum_{j=1}^n \alpha_{nj} x_j^{(k)} + \alpha_{nn} x_n^{(k-1)} + \beta_i \quad (k=1, \dots, n). \tag{2}$$

Розглянемо метод Зейделя як стаціонарний ітераційний процес, в якому за один крок можна вважати результат застосування повного циклу, тобто здійснювати перехід від вектора $\bar{x}^{-(k-1)}$ до вектора $\bar{x}^{-(k)}$. При цьому систему рівнянь $\bar{x} = \alpha \bar{x} + \bar{\beta}$ запишемо у вигляді

$$\bar{x} = (\alpha_1 + \alpha_2) \bar{x} + \bar{\beta} \tag{3}$$

де $\alpha_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \alpha_{11} & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \dots & \alpha_{nn-1} & 0 \end{bmatrix}, \alpha_2 = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1n} \\ 0 & \alpha_{22} & \dots & \alpha_{21} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \alpha_{nn} \end{bmatrix}.$

За рахунок виразу (3), можемо побудувати ітераційний процес у вигляді:

$$\begin{aligned}
 \bar{x}^{-(k)} &= \alpha_1 \bar{x}^{-(k)} + \alpha_2 \bar{x}^{-(k-1)} + \bar{\beta}; \\
 \bar{x}^{-(0)} &(k=1, 2, \dots).
 \end{aligned} \tag{4}$$

Дістанемо:

$$\begin{aligned} \bar{x}^{(k)} &= (E - \alpha_1)^{-1} \alpha_2 \bar{x}^{(k-1)} + (E - \alpha_1)^{-1} \bar{\beta}, \\ \bar{x}^{(0)} & \quad (k = 1, \dots) \end{aligned} \quad (5)$$

Таким чином, один повний цикл циклічного процесу для системи $\bar{x} = \alpha \bar{x} + \bar{\beta}$ рівносильний одному кроку ітераційного процесу по відношенню до системи

$$\bar{x} = \alpha^* \bar{x} + \bar{\beta}^*, \quad (6)$$

де $\alpha^* = (E - \alpha_1)^{-1} \alpha_2$, $\bar{\beta}^* = (E - \alpha_1)^{-1} \bar{\beta}$.

Достатньою умовою збіжності для ітераційного процесу Зейделя є нерівність $\|\alpha\| < 1$, де $\|\alpha\|$ - норма матриці α для зведеної системи рівнянь.

Для того, щоб оцінити похибку методу Зейделя використовується нерівність:

$$\|\bar{x}^* - \bar{x}^{(k)}\| \leq \frac{\mu}{1 - \mu} \|\bar{x}^{(k)} - \bar{x}^{(k-1)}\|, \text{ де } \mu = \max(q_i / (1 - P_i));$$

$$P_i = \sum_{j=1}^{i-1} |\alpha_{ij}|, \quad q_i = \sum_{j=i}^n |\alpha_{ij}| \quad (i = 1, \dots, n).$$

У підсумку можна зазначити, що метод Зейделя має кращу збіжність, ніж метод простої ітерації, проте потребує більше обчислень.

References

1. Grigorenko Ya. M. Computational methods in problems of applied mathematics / Ya. M. Grigorenko, N.D. Pankratova. - Kyiv: Lybid, 1995. - 280 p.(in Ukrainian).

Contents

Bak S. IN MEMORY OF ALEXANDER ANDREEVICH PANKOV.....	3
Kovtonyuk M. IN MEMORY OF VALENTYN STEPANOVYCH TROKHYMENKO.....	6

PLENARY SESSION

Barbolina T. SOLVING OF OPTIMIZATION PROBLEMS ON ARRANGEMENTS: THE REVIEW OF THE LATEST RESULTS.....	9
Bokalo M. ON SOLUTIONS OF ANISOTROPIC PARABOLIC EQUATIONS WITH VARIABLE EXPONENTS OF NONLINEARITY.....	12
Fedorchuk V., Ivaniuk V. ADAPTIVE METHOD FOR IDENTIFYING MODELS OF NONLINEAR DYNAMICAL SYSTEMS IN THE FORM OF THE VOLTERRA INTEGRAL OPERATOR.....	14
Klochko O. THE USE OF MACHINE LEARNING TECHNOLOGIES IN THE STUDY OF EDUCATIONAL/PEDAGOGICAL SYSTEMS.....	16
Pratsiovyti M. CONTINUOUS FUNCTIONS WITH LOCALLY COMPLEX STRUCTURES AND FRACTAL PROPERTIES RELATED TO THEM.....	19

SECTION 1. MODERN PROBLEMS OF MATHEMATICS

Abramchuk I., Abramchuk T., Yurchenko M. ON USING RECURRENCE RELATIONS FOR SOLVING THE FUNCTIONAL EQUATIONS WITH PERIODIC FUNCTION.....	24
Bak S., Kovtonyuk G. ON WELL-POSEDNESS OF THE CAUCHY PROBLEM FOR SYSTEM OF OSCILLATORS IN WEIGHTED SEQUENCE SPACES.....	27
Buryachenko K., Skrypnik I. QUASILINEAR ELLIPTIC AND PARABOLIC EQUATIONS WITH NONSTANDARD GROWTH CONDITIONS.....	31
Chernega I. STRUCTURE OF THE SPECTRA OF ALGEBRAS OF SYMMETRIC ANALYTIC FUNCTIONS ON BANACH SPACES.....	33

Goncharenko Ya., Lysenko I., Maslova Yu., Pratsiovytyi M. METRIC, STATISTICAL AND FRACTAL THEORY OF G_2 -REPRESENTATION OF NUMBERS.....	34
Derech V. ON THE INVERSE MONOID OF LOCAL AUTOMORPHISMS OF THE QUATERNION GROUP.....	38
Karakhanov D., Nykoniuk U. SEARCH FOR PRIME NUMBERS IN THE HISTORY OF MATHEMATICS.....	40
Khoma M. ON INITIAL-BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR NONLINER INTEGRO-DIFFERENTIAL STOKES SYSTEM.....	42
Kononovych T. THE BEST APPROXIMATION OF THE SUMS OF MULTIPLE TRIGONOMETRIC SERIES THAT SATISFY THE CONDITIONS OF INTEGRABILITY.....	45
Lozynska V. ON THE ALGEBRA OF POLYNOMIAL ω -ULTRADISTRIBUTIONS.....	48
Mytrofanov M. PROPERTIES OF SEPARATING POLYNOMIALS ON REAL BANACH SPACES.....	49
Novosad Z. ABSTRACT SHIFTS SIMILAR OPERATORS.....	51
Nykoniuk U. FINDING THE BOUNDARIES OF SEQUENCES OF CHAIN FRACTIONS.....	53
Shevchuk D. SOLVING GEOMETRIC PROBLEMS WITH A COMPASS AND A RULER.....	56
Ilkiv V., Slonovskyi Ya. THE TWO-POINT PROBLEM FOR EULER TYPE PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATION.....	58
Trofymenko O., Perevierzieva Yu. MEAN VALUE THEOREMS FOR POLYHARMONIC POLYNOMIALS.....	62

SECTION 2. MODERN PROBLEMS OF COMPUTER SCIENCE.

MATHEMATICAL AND COMPUTER MODELING

Cheilytko A., Ilin S. FEATURES OF MODELING VORTEX DEVICES.....	64
---	----

Dobransyuk Yu., Kozub A. COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STRESS-STRAIN STATE OF THE FREE SURFACE OF CYLINDRICAL SAMPLES DURING ROLLING USING SCM MAPLE.....	67
Klochko V., Klochko O. APPLICATIONS OF SOME SPECIAL FUNCTIONS IN MATHEMATICAL MODELING.....	74
Kryvtsova O. DEVELOPMENT OF APPLICATIONS FOR USE IN INCLUSIVE EDUCATION.....	77
Kvaterniuk O., Voloshko T. SIMULATION OF THE INFLUENCE OF COMPUTER (GADGET) DEPENDENCE ON THE ACTIVATION OF COGNITIVE ACTIVITY OF STUDENTS.....	81
Kvaterniuk O., Liu Zh., Kvaterniuk S. MATHEMATICAL MODELING OF THE DYNAMICS OF POPULATIONS BASED ON SYSTEMS OF NONLINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS.....	86
Mykhalenykh M., Guran I. DYNAMIC SCHEMES OF VORONOI.....	89
Mykhalevych V., Tiytiynnyk O. INTERCOMPARISON THE MODELS DAMAGE SUMMATION HEREDITARY TYPE.....	90
Mysiuk R., Yuzevych V. DIANOSIS OF CORROSION FATIGUE IN UNDEGROUND METAL CONSTRUCTIONS USING GENETIC ALGORITHMS.....	93
Panasenko O. USING THE EM ALGORITHM FOR FITTING BAYESIAN NETWORKS WITH HIDDEN VARIABLES.....	97
Sachaniuk-Kavets'ka N., Kavets'ka A. OVERVIEW OF PROBLEMS AND PROBLEM STATEMENT OF CREATING INFORMATION SECURITIES IN ACCESS CONTROL SYSTEMS, USING THE UNIQUE CHARACTERISTICS OF OBJECTS.....	100
Shchyrbaba V., Furtel O. USE OF MODERN COMPUTER TECHNOLOGIES IN THE STUDY OF COMPLEX PROCESSES.....	104
Tkachenko S., Bak S. IMPLEMENTATION OF CYCLE-GAN MODEL FOR IMAGE TRANSFORMATION INTO IMAGE WITH ANIME STYLE.....	107

Yatsko O. APPLICATION OF DATA MINING IN THE FIELD OF BUSINESS.....110

Yuzevych V. QUALITY CONTROL OF UNDERGROUND PIPELINES TAKING INTO ACCOUNT THE DEVELOPMENT OF CORROSION CRACKS UNDER LOAD.....114

SECTION 3. CREATION OF EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE IN HIGHER EDUCATION.

MONITORING OF THE QUALITY OF EDUCATION: TOOLS AND TECHNOLOGIES

Bondarenko Z., Kyrylashchyk S., Chernovolyk G. IMPROVEMENT OF THE CONTENT OF MATHEMATICAL DISCIPLINES IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS FOR TRAINING OF FUTURE SPECIALISTS IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGY.....118

Bilokon L. THEORETICAL ASPECTS OF STUDENTS 'CREATIVE THINKING DEVELOPMENT.....121

Byshevets N. IT COMPETENCE OF EDUCATION APPLICANT AT HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS IN PHYSICAL CULTURE AND SPORT.....125

Galetskyi S., Galetska T. PECULIARITIES OF USING SOFTWARE FORMS OF FORMATION OF COMMUNICATIVE COMPETENCE OF FUTURE TEACHERS OF FOREIGN LANGUAGES.....128

Hulivata I. DEVELOPMENT OF STUDENTS' SOFT SKILLS IN HIGHER EDUCATION: PROBLEMS AND PERSPECTIVES.....136

Korolyuk O. METHODOLOGICAL TASKS AS A MEANS OF FORMING PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS.....140

Kotenko N., Zhyrova T. ANALYSIS OF EDUCATIONAL PROGRAMS ON THE AVAILABILITY OF THE EDUCATIONAL COMPONENT "INFORMATION TECHNOLOGY IN PROFESSIONAL ACTIVITIES".....143

Kovtonyuk M. FORESIGHT MODELING OF SYNERGISTIC EDUCATIONAL SPACE OF BACHELORS OF MATHEMATICS.....	146
Lenchuk I. INTERNAL PROJECTION METHOD AND CUBE METRIC.....	151
Leonova I. USING YOUTUBE VIDEO SOURCES AT DISTANCE LEARNING.....	155
Likhashorsky S., Khomyuk I., Khomyuk V. USING CHAT-BOTS AS AN INTERACTIVE TECHNOLOGY IN THE EDUCATIONAL PROCESS.....	158
Motsyk R. MOBILE LEARNING MANAGEMENT SYSTEM.....	163
Shapovalova N., Panchenko L. MUTUAL LOCATION OF TWO STRAIGHT LINES ON THE LOBACHEVSKY PLANE IN SUPPORTING ABSTRACTS....	167
Smalko O. ABOUT THE NECESSITY AND POSSIBILITIES OF DEVELOPING THE DESIGN SKILLS TO COMPUTER SCIENCE STUDENTS.....	172
Turzhanska O. PECULIARITIES OF USING SMART-TECHNOLOGIES IN TEACHING MATHEMATICS IN STEM-EDUCATION.....	175
Zakharchenko N. SOME ASPECTS OF DISTANCE LEARNING OF STUDENT IN A CONDITION PANDEMIC.....	179
Zhyrova T., Kotenko N. SCRUM-METHODOLOGY AS A MEANS OF CREATING AN EDUCATIONAL ENVIRONMENT.....	183

SECTION 4. MODERN COMPUTER TECHNOLOGIES IN TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE. METHODS OF TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE IN SECONDARY EDUCATION

Ben' V. METHODOICAL BASES OF TEACHING STUDENTS CREATIVE PROGRAMMING IN COMPUTER SCIENCE LESSONS IN A SPECIALIZED SCHOOL.....	188
Broslavska H. QUESTION IS ONE OF THE KNOWLEDGE CONTROL FACTORS IN MATHEMATICS OF EDUCATION APPLICANTS.....	191
Chemerys O. COMPUTER TECHNOLOGIES IN TEACHING LINEAR ALGEBRA.....	194

Cherkaska L., Moskalenko O., Moskalenko Yu., Kovalenko O.	
PSYCHOLOGICAL PREREQUISITES FOR THE ORGANIZATION OF TEACHING MATHEMATICS IN SECONDARY SCHOOL.....	198
Dumanska T.	
SOCIAL NETWORKS AS A TOOL OF DISTANCE LEARNING IN MATHEMATICS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS.....	201
Husak L.	
INFORMATION TECHNOLOGIES FOR THE CONTROL AND ASSESSMENT OF KNOWLEDGE IN THE SYSTEM OF MOODLE.....	204
Filipchuk M., Filipchuk O.	
INTEGRATION OF DATA RENDERING IN TEX FORMAT INTO THE GOOGLE FORMS ENVIRONMENT.....	208
Kosovets O., Panianchuk I.	
METHODS OF PROTECTION OF THE PUPILS FROM THREATS OF SOCIAL ENGINEERING IN THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING.....	211
Klimishyna A.	
VIRTUAL INTERACTIVE BOARD AS A MEANS OF VISUALIZATION OF STUDY MATERIAL IN THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING AT GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS.....	215
Krupskyi Ya.	
ADAPTATION MAPLE SYSTEM FOR STEP-BY-STEP CONSTRUCTION OF SCHEDULE-FUNCTION FUNCTIONS.....	220
Mak D.	
FUNCTIONAL MODELING OF THE PROCESS OF INFORMATICS LEARNING IN A PROFILE SCHOOL.....	223
Mamon O.	
CONDITIONS FOR EFFECTIVE USING OF MOBILE TECHNOLOGIES IN GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS.....	225
Myroniuk L., Royko L.	
STUDY OF MULTIMEDIA TECHNOLOGIES BY STUDENTS OF PHILOLOGY IN THE COURSE «INFORMATION TECHNOLOGIES».....	228
Petruk V., Kleopa I.	
USE OF THE REFERENCE SUMMARY OF LECTURES IN HIGHER MATHEMATICS AT THE TECHNICAL UNIVERSITY DURING THE PANDEMIC.....	232

Pokryshen D. PROBLEMS OF NATURAL EDUCATION IN UKRAINE.....	236
Pratsiovyta N. THE PROBLEM AS A MEANS OF DEVELOPING INTEREST IN MATHEMATICS AND FORMATION OF SCIENTIFIC CULTURE IN STUDENTS.....	239
Serdiuk Z., Kulyk L. FEATURES OF BINARY LESSONS IN MATHEMATICS AND PHYSICS.....	241
Skorolitnia A. THE TEACHING OF IRRATIONAL EQUATIONS WITH ACTUALIZATION OF THE PROBLEM APPROACH.....	245
Soia O., Kolomiets O. ORGANIZATION OF INDEPENDENT COGNITIVE ACTIVITY OF PUPILS IN MATHEMATICS BY THE METHOD OF PRACTICAL WORKS.....	247
Titova O. USE OF ONLINE SERVICES IN THE STUDY OF MATHEMATICAL ANALYSIS DURING DISTANCE LEARNING.....	250
Tyutyun L. LEARNING AND TEACHING ANALYTICAL AND CONSTRUCTIVE GEOMETRY IN HIGHER EDUCATION WITH GEOGEBRA.....	251
Yevtuch M., Klochko O., Fedorets V. USING VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY TO DEVELOPMENT OF THE HEALTH-PRESERVING COMPETENCE OF A PHYSICAL EDUCATION TEACHER: METHODOLOGICAL ASPECT.....	255
Zhyhallo M., Nykoniuk U. SEIDEL'S METHOD FOR SOLVING SYSTEMS OF LINEAR ALGEBRAIC EQUATIONS.....	259

*Електронне наукове видання
комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах*

III Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція
«Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності»,
присвячена пам'яті професорів О. А. Панкова і В. С. Трохименка
(Вінниця, 20-21 травня 2021 р.)

Збірник тез

Матеріали подаються в авторській редакції

Підписано до видання 21.05.2021 р. Гарнітура
Times New Roman.
Обсяг 33 Мб. Зам. № В2021-004
Видавець та виготовлювач ФОП Т.
Барановська. м. Вінниця, 21021, вул. В. Порика,
7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 4377 від 31.07.2012 р