

IV International Scientific and Practical Internet Conference
«*Mathematics and Informatics in Science and Education: Challenges of Modernity*»

**(dedicated to the 90th anniversary of the Department
of Mathematics and Informatics)**

May 25-26, 2023, Vinnytsia, Ukraine

Book of Abstracts



IV Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція
**«*Математика та інформатика в науці й освіті:
виклики сучасності*»**

**(присвячена 90-річчю кафедри математики
та інформатики)**

25-26 травня 2023 року, Вінниця, Україна

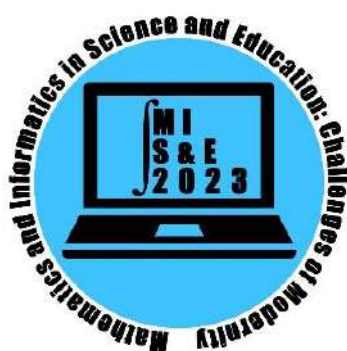
Збірник тез

Ministry of Education and Science of Ukraine
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University
Vinnytsia National Technical University
Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University
Ivan Franko National University of Lviv
Ukrainian State Dragomanov University
Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University
Jan Kochanowski University of Kielce (Poland)
Polytechnic University of Madrid (Spain)

**IV International Scientific and Practical Internet Conference
«*Mathematics and Informatics in Science and
Education: Challenges of Modernity*»**

**(dedicated to the 90th anniversary of the Department of
Mathematics and Informatics)**

May 25-26, 2023, Vinnytsia, Ukraine



Book of Abstracts

Vinnytsia, VNTU, 2023

*Approved for publication by the Academic Council of Vinnytsia Mykhailo
Kotsiubynskyi State Pedagogical University
(prot. 11, 21.06.2023)*

Editorial board:

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

IV International Scientific and Practical Internet Conference "Mathematics and Informatics in Science and Education: Challenges of Modernity", dedicated to the 90th anniversary of the Department of Mathematics and Informatics (Vinnytsia, May 25-26, 2023): book of abstracts [Electronic network scientific publication]. Vinnytsia: VNTU, 2023. (PDF, 254 p.).

The book contains abstracts of IV International Scientific and Practical Internet Conference "Mathematics and Informatics in Science and Education: Challenges of Modernity" (dedicated to the 90th anniversary of the Department of Mathematics and Informatics), which took place on May 25-26, 2023 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; Section 3. Mathematical and computer modeling; Section 4. Creation of educational environment in mathematics and computer science in higher education; Section 5. Monitoring of the quality of education: tools and technologies; Section 6. Modern computer technologies in teaching mathematics and computer science; Section 7. 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 978-966-641-947-0

© Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi
State Pedagogical University, 2023

Міністерство освіти і науки України
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
Вінницький національний технічний університет
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Львівський національний університет імені Івана Франка
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
Келецький університет імені Яна Кохановського (Республіка Польща)
Мадридський політехнічний університет (Іспанія)

**IV Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція
«Математика та інформатика в науці й освіті:
виклики сучасності»**

**(присвячена 90-річчю кафедри математики та
інформатики)**

25-26 травня 2023 року, Вінниця, Україна



Збірник тез

Вінниця, ВНТУ, 2023

УДК 378:[51+004]

Ч-52

*Затверджено до видання Вченою радою Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського
(протокол № 11 від 21.06.2023)*

Редколегія:

Мар'яна Ковтонюк (д. п. н., к. ф.-м. н., проф., *головний редактор*), Сергій Бак (д. ф.-м. н., проф., *відповідальний редактор*), Тетяна Барболіна (д. ф.-м. н., проф.), Олег Бугрій (д. ф.-м. н., проф.), Роман Гуревич (академік НАПН України, д. п. н., проф.), Алла Коломієць (д. п. н., к. ф.-м. н., проф.), Володимир Михалевич (д. т. н., проф.), Микола Працьовитий (д. ф.-м. н., проф.), Володимир Федорчук (д. т. н., проф.).

Ч-52 **IV Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Математика та інформатика в науці й освіті: виклики сучасності»**, присвячена 90-річчю кафедри математики та інформатики (Вінниця, 25-26 травня 2023 року): збірник тез [Електронний ресурс]. Вінниця: ВНТУ, 2023. (PDF, 254 с.).

ISBN 978-966-641-947-0

Тези у збірнику згруповано за секціями, відповідно до тематичних напрямів конференції: Секція 1. Сучасні проблеми математики; Секція 2. Сучасні проблеми інформатики; Секція 3. Математичне та комп'ютерне моделювання; Секція 4. Формування освітнього середовища з математики та інформатики у закладах вищої освіти; Секція 5. Моніторинг якості освіти: засоби та технології; Секція 6. Сучасні комп'ютерні технології у викладанні математики та інформатики; Секція 7. 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.

УДК 378:[51+004]

ISBN 978-966-641-947-0

© Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, текст, 2023

PLENARY SESSION

Maryana Kovtonyuk, Dr. Sc.

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

90 YEARS FROM THE CREATION TO THE ESTABLISHMENT AND DEVELOPMENT OF THE DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND INFORMATICS

Abstract. The article examines the creation of the Department of Mathematics and Informatics, its formation and development over 90 years.

Key words and phrases: Department of Mathematics and Informatics, creation, formation, development.

Наш історичний екскурс сторінками кафедри математики та інформатики присвячуємо 90-річчю створення, становлення і розвитку кафедри математики та інформатики Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського.

Основне дослідження цього питання проведене в статтях [1], [2], [3]. Нам вдалося розшукати в архіві університету та з інших джерел фото й інформацію про завідувачів кафедри від самого початку її заснування: Трахтенберг Р.М., Ільєвський І.Д., Горошко В.Я., Глушков П.М., Карпенко В.Л., Олонічев П.М., Томусяк А.А., Трохименко В.С., Абрамчук В.С., Коломієць А.М.



Фізико-математичний факультет Вінницького державного педагогічного університету був створений у 1933 році у складі тодішнього вчительського інституту. На факультеті тоді функціонували лише дві кафедри – математики та фізики.

У 30-х роках 20 ст. на кафедрі працював видатний український педагог, вчений-реформатор, член УАН Астряб Олександр Матвійович, засновник школи з методики викладання математики, автор підручників і методичних посібників з геометрії, алгебри, арифметики.



Глевський Іон
Давидович

Астряб Олександр
Матвійович

У 1950-х роках відбувається перегляд навчальних планів підготовки майбутнього вчителя математики, в яких централізовано розширюється коло загальнопрофесійних математичних дисциплін (теорія ймовірностей, елементи теорії обчислювальних машин, теорії Галуа, топології, математичної логіки). А у 1970-их роках відбувається новий перегляд навчальних планів педагогічних інститутів у зв'язку зі шкільною реформою, пов'язаною з іменем А. Колмогорова. Курс геометрії ділиться на п'ять загальнопрофесійних навчальних дисциплін: аналітичну, проєктивну і диференціальну геометрію (теорію поверхонь), основи геометрії і елементи топології. Саме у цей період викладачі кафедри математики та інформатики активно впроваджують вивчення нових навчальних математичних дисциплін, публікують низку навчальних посібників і підручників (Войцеховський А.П., Глушков П.М., Олонічев П.М. та ін.) [1].

Для поліпшення управління та методичної роботи на факультеті постало питання про розподіл кафедри, який було проведено відповідно до наказу Міністерства Освіти УРСР № 95 від 3 травня 1961 року: «Організувати у Вінницькому педагогічному інституті замість кафедри математики дві кафедри: кафедру математики та кафедру елементарної математики з методикою викладання математики»).

Поділ кафедри на дві структурні одиниці вимагав від керівництва Інституту належної уваги якісному зростанню науково-педагогічних кадрів новостворених кафедр. Найбільш обдаровані випускники фізико-математичного факультету: Мошинський Д.А., Трохименко В.С., Гарвацький В.С., Рокіцький І.О., Кулик В.Т свого часу були залишені для роботи на кафедрах.

Певний час тут працювали доценти Войцеховський А.П., Білий Б.М., Портной Х.А., викладачі Романовський Б.В., Шестакова К.О., Яровий С.С.

У 1986 році після побудови нового корпусу Вінницького державного педагогічного інституту кафедра математики отримала нові приміщення, було обладнано лабораторії комп'ютерної техніки. На кафедрі запрошуються викладачі, які читають інформатику, інформаційні технології: Усач О.Г., Кузьмічов А.І., Жовтяк І.В., Твердохліб Ю.С., пізніше Вешемірський А.С. Вагомим є внесок О. Усача в розробці та впровадженню в навчальний процес нових навчальних дисциплін для студентів спеціальностей «математика-інформатика», «фізика-інформатика». Вивчалися не лише мови програмування, але й ознайомлення з провідними ІТ-технологіями. Багато в чому завдяки О. Г. Усачу та завідувачу кафедри алгебри і методики навчання математики доценту М. З. Грузману були підготовлені провідні вчителі з інформатики області. Окрім того, топ-менеджерами комп'ютерних фірм стали випускники нашого факультету: О. Вінничук, І. Вінничук, О. Гордійчук, О. Вихованець, В. Пуцал, Л. Кузнєцова, О. Матвійшин, Т. Вихованець та ін.

Компанії, що створені Олександром Григоровичем співпрацюють з країнами Європи, США, Ізраїлю, Індії, Японії та ін. країн.





Усач Олександр Григорович, кандидат технічних наук, доцент

Із спогадів М.З.Грузмана: «Пригадую першу олімпіаду школярів з інформатики в незалежній Україні, що відбувалась в Чернівцях. Я був членом журі цієї олімпіади, а О. Усач – керівником Вінницької команди. Окрім обласних збірних, в олімпіаді брали участь команди м. Києва та спеціалізованих інтернатів (близько 30 команд).

На подив багатьох, наша команда посіла третє місце. При цьому «відрив» від перших двох був

- доволі символічним. Ми випередили Харків,
- Одесу, Львів...

У цей же період на кафедрі математики працював талановитий науковець та викладач, доктор фізико-математичних наук, професор Панков О. А. й

кандидат фізико-математичних наук, доцент Панкова Т.Є. Олександр Андрійович розробив теорію G-збіжності та усереднення для нелінійних еліптичних і параболічних рівнянь в частинних похідних та чисельні методи дослідження нелінійних задач усереднення. Пізніше впродовж багатьох років Панков О. А. працював професором у державному університеті імені Моргана, м. Балтимор, США і підтримував постійні зв'язки з нашою кафедрою.

Кінець 20 ст. – початок 21 ст. характерний для нашої кафедри розвитком різних олімпіадних змагань і наукових конкурсів всеукраїнського рівня. Кафедра математики та інформатики сім років поспіль (1995–2002 рр.) була базовою для проведення другого етапу Всеукраїнської студентської олімпіади з математики. Дев'ять років поспіль (1997–2007 рр.) наші випускники на другому етапі Всеукраїнської студентської олімпіади з математики виборювали призові місця. Також в цей період кандидат фізико-математичних наук, доцент Жмурко Олександр Іванович вперше розпочав готувати студентські команди нашого факультету для участі у міжнародних конкурсах та олімпіадах з програмування.



З 2007 року по 2023 рік кафедру математики та інформатики очолювали Тютюн Л.А., Тимошенко О.З., Коломієць А.М., Ковтонюк М.М.

До річниці кафедри викладачі кафедри доц. Тютюн Л.А., ст.викл. Соя О.М. й проф. Ковтонюк М.М. ініціювали відновлення списку викладачів та співробітників кафедри за всі 90 років. Наразі такий список знаходиться у стадії формування і відкритий для обговорення:

1. Абрамчук Василь Степанович (зав. кафедри).
2. Абрамчук Неллі Миколаївна.
3. Астряб Олександр Матвійович.
4. Баб'юк Дмитро Олександрович (ст. лаборант).
5. Бакалейник Юрій Петрович (лаборант).
6. Бак Сергій Миколайович.
7. Балюк Людмила Валентинівна.
8. Бернштейн Олександр Мусійович.
9. Білий Борис Миколайович.
10. Боднарівський Микола Герасимович.
11. Боднарчук Юрій Вікторович.
12. Бунтуш Софія Борисівна.
13. Бурдіяк О.М. (лаборант).
14. Вареник Володимир Володимирович.
15. Вешемірський Анатолій Станіславович.
16. Вінер Йось Янкелевич.
17. Вітюк Юрій Вікторович (ст. лаборант, асистент).
18. Войцехівський Андрій Прокопович.
19. Вотякова Леся Андріївна.
20. Глушков Петро Миколайович (зав. кафедри).
21. Горошко Василь Якович (зав. кафедри).
22. Драпкін Аркадій Борисович.
23. Дурач Валентин Володимирович.
24. Дьогтева Ірина Оксентіївна (ст. лаборант).

25. Єфіменко Роман Володимирович (лаборант).
26. Жмурко Олександр Іванович.
27. Жовтяк Ігор Васильович.
28. Заболотна Наталія Феодосіївна (лаборант).
29. Захарченко Наталія Вікторівна.
30. Зискінд Юхим Мусійович.
31. Зоря Анатолій Савович.
32. Зузяк Галина Володимирівна.
33. Ігнатєва Наталія Ігорівна (лаборант).
34. Ільєвський Іон Давидович (зав. кафедри).
35. Ільніцький Юрій Степанович.
36. Карелін Леонід Зіновійович.
37. Карпенко Володимир Леонідович (зав. кафедри).
38. Клімов Ігор Ігорович (ст. лаборант).
39. Климчук Галина Сергіївна.
40. Клочко Віталій Іванович.
41. Клочко Оксана Віталіївна.
42. Кобися Алла Петрівна.
43. Ковтонюк Галина Миколаївна.
44. Ковтонюк Мар'яна Михайлівна (зав. кафедри).
45. Коломієць Алла Миколаївна (зав. кафедри).
46. Коломієць Тарас Дмитрович.
47. Кондратович Марина Володимирівна.
48. Коношевський Леонід Леонідович.
49. Коржупов Микола Іванович.
50. Косовець Володимир Степанович (лаборант).
51. Котляр Ніна Євдокимівна (ст. лаборант).
52. Козяр Ольга Миколаївна.

- 53.Кравець Павло Анатолійович.
- 54.Круголь Максим Борисович (лаборант).
- 55.Кузьмічов Анатолій Іванович.
- 56.Кулік Інна Вікторівна (лаборант).
- 57.Куріцин Микола Олександрович.
- 58.Леонова Іванна Миколаївна (ст. лаборант, викладач).
- 59.Лесовий Володимир Юрійович (ст. лаборант).
- 60.Лозова (Щур) Олена Іванівна (лаборант).
- 61.Лотоцький Всеволод Феодосійович.
- 62.Малінковський Борис Володимирович.
- 63.Мацак Володимир Іванович.
- 64.Мельник Ігор Іванович.
- 65.Мельник Петро Дмитрович (зав. лабораторіями).
- 66.Могир Наталя Ігорівна (лаборант).
- 67.Мопан Оксана Станіславівна (ст. лаборант).
- 68.Мопан Олександр Дмитрович (зав. лабораторіями).
- 69.Мороз Віталій Васильович (лаборант).
- 70.Морозов Леонід Григорович (інженер).
- 71.Мошинський Дмитро Антонович.
- 72.Олонічев Павло Макарович (зав. кафедри).
- 73.Олонічева Марія Никифорівна.
- 74.Остапов Г.Ф. (зав. кафедри).
- 75.Панкова Тетяна Євгенівна.
- 76.Панков Олександр Андрійович.
- 77.Пишняк Олександр Васильович (ст. лаборант).
- 78.Поліщук Віталій Олегович (зав. лабораторіями).
- 79.Поперечний Володимир Вікторович (ст. лаборант).
- 80.Портной Ханан Айзикович.

81. Порхун Алла Олексіївна.
82. Пустомельніков Іван Павлович.
83. Рой Андрій Вікторович (ст. лаборант).
84. Романовський Володимир Борисович.
85. Семенець Дмитро Анатолійович.
86. Сироватка Анатолій Олександрович.
87. Соя Олена Миколаївна.
88. Стахов Олексій Петрович.
89. Тарасова Людмила Зосимівна.
90. Трахтенберг Рувін Маркович (зав. кафедри).
91. Твердохліб Юрій Степанович.
92. Тимошенко Олександр Захарович (зав. кафедри).
93. Тішик (Голюк) Оксана Анатоліївна.
94. Ткаченко Олександр Миколайович.
95. Томусяк Андрій Андрійович (зав. кафедри).
96. Трохименко Валентин Степанович (зав. кафедри).
97. Троян Людмила Францівна.
98. Туржанська Оксана Степанівна.
99. Тютюн Любов Андріївна (зав. кафедри).
100. Усач Олександр Григорович.
101. Федорцов Степан Васильович.
102. Харжевська Алла Ігорівна (ст. лаборант).
103. Чешківська Вікторія Валентинівна (лаборант).
104. Шестакова Катерина Олександрівна.
105. Яровенко Анатолій Григорович.
106. Яровий Сергій Сергійович
107. Ярош Оксана Іванівна (ст. лаборант)



Викладачі кафедри гнучко реагують на нові вимоги до освіти, пов'язані з об'єктивними закономірностями розвитку суспільства: зміна змісту навчання; зміна методів навчання; вироблення у студента розуміння необхідності та уміння навчатися упродовж життя; навчання в екстремальних умовах, що дає змогу особистості знаходити оптимальні рішення в будь-яких життєвих ситуаціях.

Отож життя ставить певні завдання з математики та інформатики в науці та освіті, їх обговорення відбудеться на четвертій міжнародній науково-практичній конференції. Вітаю всіх учасників Конференції, бажаю вдалої участі у її роботі, цікавих виступів, приємних знайомств для подальшої наукової і методичної роботи на благо нашої рідної України.

References

1. Ковтонюк М.М., Тютюн Л.А., Соя О.М. Історичне становлення кафедри математики та інформатики на теренах величного літопису найстарішого вищого навчального закладу Поділля. Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності: збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції, 18–19 травня 2017 р./Міністерство освіти і науки України, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського [та ін.]. Вінниця : Діло, 2017. С.3-13.
2. Vak S. In memory of Alexander Andreevich Pankov. 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 [Електронний ресурс], Вінниця, 2021, С.3-5.
3. Kovtonyuk M. In memory of Valentyn Stepanovych Trokhymenko 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 [Електронний ресурс], Вінниця, 2021, С.6-8.
-
-

Sergiy Bak, Dr. Sc.

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

SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS OF THE DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND INFORMATICS

Abstract. The directions of scientific interests of the teachers of the Department of Mathematics are characterized and the most significant achievements in scientific work over the last decades are given.

Key words and phrases: Department of Mathematics and Informatics, scientific achievements.

Серед основних напрямів наукових досліджень викладачів кафедри математики та інформатики: асимптотичні, варіаційні, теоретико-групові методи і методи функціонального аналізу дослідження диференціальних рівнянь (Бак С. М., Ковтонюк М. М., Твердохліб Ю. С., Тимошенко О. З., Панков О. А., Панкова Т. Є.), чисельні методи розв'язування лінійних алгебричних систем великих порядків (Абрамчук В. С., Вешемірський А. С., Соя О. М.), алгебри скінченного рангу (Томусяк А. А., Вотякова Л. А., Дьогтева І. О.), алгебри багатомісних функцій (Трохименко В. С.), теорія нечіткої логіки та її використання в задачах управління складними системами (Туржанська О. С.), інформатика, машинне навчання, теоретико-методичні аспекти вивчення інформатики, методика навчання інформатики, інноваційні технології навчання математики та інформатики (Клочко О. В., Ковтонюк Г. М., Косовець О. П., Жмурко О. І., Семенець Д. А., Крупський Я. В.), проблеми моніторингу якості

освіти (Туржанська О. С.), теоретико-методичні аспекти вивчення математичного аналізу з використанням інноваційних технологій (Ковтонюк М. М., Бак С. М.), використання ділових ігор у підготовці майбутніх учителів інформатики та математики (Захарченко Н. В.), прикладні дослідження в ІТ-галузі (Семенець Д. А., Коломієць Т. Д.); застосування систем комп'ютерної математики (Крупський Я. В., Туржанська О. С., Соя О. М.); фундаменталізація навчання у вищій школі (Ковтонюк М. М., Крупський Я. В.); прикладна математика, математичне і комп'ютерне моделювання, дослідження операцій, методи оптимізації, обробка зображень, системи штучного інтелекту, нейромережі, інтелектуальний аналіз даних, системний аналіз (Бак С. М., Клочко О. В., Соя О. М.), інформаційна культура, кібербезпека, технології захисту даних (Косовець О. П.), використання методів математичної статистики в науково-педагогічних дослідженнях (Захарченко Н. В., Ковтонюк М. М., Клочко О. В.); дослідження можливостей й особливостей використання сучасних інформаційних технологій, зокрема вільного програмного забезпечення, в процесі викладання «аналітичної геометрії», «конструктивної геометрії», «основ геометрії» та дослідження їх ролі у професійній підготовці майбутніх учителів математики та інформатики (Тютюн Л. А.); педагогіка здоров'я, інклюзивна освіта, методика навчання інформатики учнів інклюзивних груп (Клочко О. В., Косовець О. П.), наступність допрофесійної і професійної підготовки майбутніх учителів математики (Тютюн Л. А.).

На кафедрі діє науково-методичний семінар, на якому кожного місяця заслуховуються та обговорюються доповіді викладачів з актуальних наукових і методичних проблем.

Викладачі кафедри активно працюють над науково-дослідними роботами, зокрема:

- кафедральна НДР «Проблеми математики та інформатики у педагогічному університеті: теорія і практика» (державний

реєстраційний номер 0120U101032, керівники: доктор педагогічних наук, професор Ковтонюк М.М., доктор фізико-математичних наук, професор Бак С.М.);

- «Сучасні тенденції комп'ютерного 3D-моделювання» (державний реєстраційний номер 0119U103325, керівники: доктор педагогічних наук, професор Клочко О.В., доктор педагогічних наук, професор Ковтонюк М.М.);
- «Інтегративне формування фахової та здоров'язберезувальної компетентностей майбутніх вчителів інформатики на основі інноваційного дискурсу» (державний реєстраційний номер 0119U103550, керівник: доктор педагогічних наук, професор Клочко О.В.);
- «Методичні основи розроблення SMART-комплексів для підготовки кваліфікованих робітників аграрної, будівельної і машинобудівної галузей» (державний реєстраційний номер 0118U003223, відповідальний виконавець: доктор педагогічних наук, професор Клочко О.В.);
- «Коректність задачі Коші для систем осциляторів на двовимірних ґратках» (державний реєстраційний номер 0119U102948, керівник: доктор фізико-математичних наук, професор Бак С. М.);
- «Варіаційний метод дослідження одного класу гамільтонових систем» (державний реєстраційний номер 0119U102956, керівник: доктор фізико-математичних наук, професор Бак С. М.).

Упродовж 2002–2005 рр. Бак С. М. був виконавцем держбюджетної теми «Варіаційні методи дослідження нелінійних рівнянь математичної фізики в необмежених областях» (номер державної реєстрації 0103U003236).

У 2016 році Тютюн Л. А. була відповідальним виконавцем дослідно-експериментальної роботи всеукраїнського рівня за темою «Варіативні моделі

комп'ютерно-орієнтованого середовища навчання предметів природничо-математичного циклу в загальноосвітньому навчальному закладі».

Усі штатні викладачі кафедри мають публікації в журналах, які індексуються міжнародними наукометричними базами **SCOPUS** та **Web of Science**:

- завідувач кафедри математики та інформатики, доктор педагогічних наук, професор Ковтонюк М. М. (наукометричний портрет ученого: http://library.vspu.edu.ua/inform/nauk_profil.htm#kovtonuk_marjana);

- доктор фізико-математичних наук, професор Бак С. М. (наукометричний портрет ученого: http://library.vspu.edu.ua/inform/nauk_profil.htm#bak_sergiy);

- доктор педагогічних наук, професор Ключко О. В. (наукометричний портрет ученого: http://library.vspu.edu.ua/inform/nauk_profil.htm#klochko_oksana).

- кандидат педагогічних наук, доцент Захарченко Н. В. (наукометричний портрет ученого: http://library.vspu.edu.ua/inform/nauk_profil.htm#zaharchenko_natalia);

- кандидат педагогічних наук, доцент Ковтонюк Г. М. (наукометричний портрет ученого: http://library.vspu.edu.ua/inform/nauk_profil.htm#kovtonuk_galina);

кандидат педагогічних наук, доцент Косовець О. П. (наукометричний портрет ученого: http://library.vspu.edu.ua/inform/nauk_profil.htm#kosovets_olena);

- кандидат педагогічних наук, доцент Крупський Я. В. (наукометричний портрет ученого: http://library.vspu.edu.ua/inform/nauk_profil.htm#krupskyi_jaroslav);

- кандидат педагогічних наук, доцент Соя О. М. (наукометричний портрет ученого: http://library.vspu.edu.ua/inform/nauk_profil.htm#soja_olena);

- кандидат педагогічних наук, доцент Туржанська О. С. (наукометричний портрет ученого: http://library.vspu.edu.ua/inform/nauk_profil.htm#tyrjanska_oksana).

За останнє десятиліття значно посилюється кадровий склад кафедри. Усі штатні викладачі кафедри мають наукові ступені. Крім того, в цей період викладачами кафедри захищено **три докторські** та **три кандидатські дисертації**:

1. Бак С. М. Дискретні нескінченновимірні гамільтонові системи на двовимірній ґратці: дис. ... докт. фіз.-мат. наук: 01.01.02. Вінниця, 2020. 336 с.
2. Клочко О. В. Теоретичні і методичні засади професійної підготовки майбутніх менеджерів аграрного виробництва засобами сучасних інформаційно-комунікаційних технологій: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.04. Вінниця, 2018. 689 с.
3. Ковтонюк М.М. Теоретичні і методичні основи фундаменталізації загальнопрофесійної підготовки майбутнього вчителя математики: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.04. Вінниця, 2014. 386 с.
4. Ковтонюк Г.М. Формування професійної готовності майбутніх учителів фізико-математичних дисциплін до організації самостійної пізнавальної діяльності школярів: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Вінниця, 2013. 266 с.
5. Косоєць О. П. Методика навчання інформатики учнів професійно-технічних навчальних закладів в умовах інклюзії: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Київ, 2016. 273 с.
6. Соє О. М. Формування культури самостійної роботи майбутніх учителів математики засобами інноваційних технологій: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Вінниця, 2016. 290 с.

Завідувач кафедри математики та інформатики, доктор педагогічних наук, кандидат фізико-математичних наук, професор Ковтонюк М. М. є членом двох спеціалізованих вчених рад із захисту докторських і кандидатських дисертацій з педагогічних наук (у ВДПУ та ЛДУБЖД). Під її керівництвом захищено 3 кандидатські дисертації і одна дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Кандидат педагогічних наук, доцент Тютюн Л.А. в 2010 році стала лауреатом третього обласного конкурсу «Молода людина року» у номінації «Кращий молодий науковець».

Викладачі кафедри виступають офіційними опонентами дисертацій (Клочко О. В., Крупський Я. В., Тютюн Л. А.).

Косовець О. П., Соє О. М. і Тютюн Л. А. є дійсними членами наукової організації «Центр українсько-європейського наукового співробітництва». Також Ковтонюк М. М., Косовець О. П. та Соє О. М. є членами ГО «СМАРТ МАТЕМАТИКА».

При кафедрі видається науково-популярний альманах «Математика та інформатика навколо нас», в якому публікуються статті, що стосуються математики та інформатики, їх становлення, розвитку, вивчення, застосування, нових досліджень тощо. Головним редактором альманаху є проф. Ковтонюк М.М., а відповідальним редактором проф. Бак С.М. Членами редакційної колегії є усі члени кафедри математики та інформатики. Всі випуски альманаху можна знайти за покликанням:

<https://fmft.vspu.edu.ua/almanah/>.

Також члени кафедри беруть участь у формуванні збірника наукових праць «Актуальні проблеми математики, фізики і комп'ютерних наук» (відповідальний редактор проф. Бак С.М.).

Проф. Ковтонюк М. М. і проф. Клочко О. В. є членами редакційної колегії фахового збірника категорії Б «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми».

Викладачами кафедри опубліковано понад 10 монографій.



Також викладачі кафедри є авторами 8 навчальних **посібників** і **практикумів** з математики, які мають гриф МОН України:

1. Абрамчук В. С., Тютюн Л. А., Шунда Н. М. Посібник з шкільного курсу математики . Київ: Техніка, 2008. 736 с.

2. Бак С. М. Лекції з комплексного аналізу. Посібник для студентів математичних спеціальностей педагогічних ВНЗ. 2-ге вид. Вінниця: ФОП Горбачук І.П., 2011. 408 с.

3. Захарченко Н. В., Миронюк М. В. Вища математика. Практикум. Вінниця: ФОП Рогальська І.А., 2011. 416 с.

4. Ковтонюк М. М., Томусяк А. А. Основи функціонального аналізу. Навчальний посібник для студентів фізико-математичних факультетів педагогічних університетів. Вінниця: ТД «Едельвейс і К», 2011. 574 с.

5. Ковтонюк М. М. Лекції з математичного аналізу. Інтегральне числення функції однієї змінної. Ряди. Посібник для студентів фізико-

математичних факультетів педагогічних університетів. Вінниця: ТОВ «Фірма «Планер», 2013. 289 с.

6. Шунда Н. М., Томусяк А. А. Практикум з математичного аналізу. Вступ до аналізу. Диференціальне числення: навчальний посіб. Київ: Вища школа, 1993. 375 с.

7. Шунда Н. М., Томусяк А. А. Практикум з математичного аналізу. Інтегральне числення. Ряди: навчальний посіб. для студентів пед. навчальних закладів. Київ: Вища школа, 1995. 541 с.

8. Шунда Н. М., Томусяк А. А., Войцеховський А. П. Вступний курс математики: навчальний посіб. для студентів фізико-математичних ф-тів пед. ін-тів. Київ: Вища школа, 1990. 150 с.

Понад 20 навчальних посібників з математики та інформатики рекомендовані вченою радою університету (або факультету).

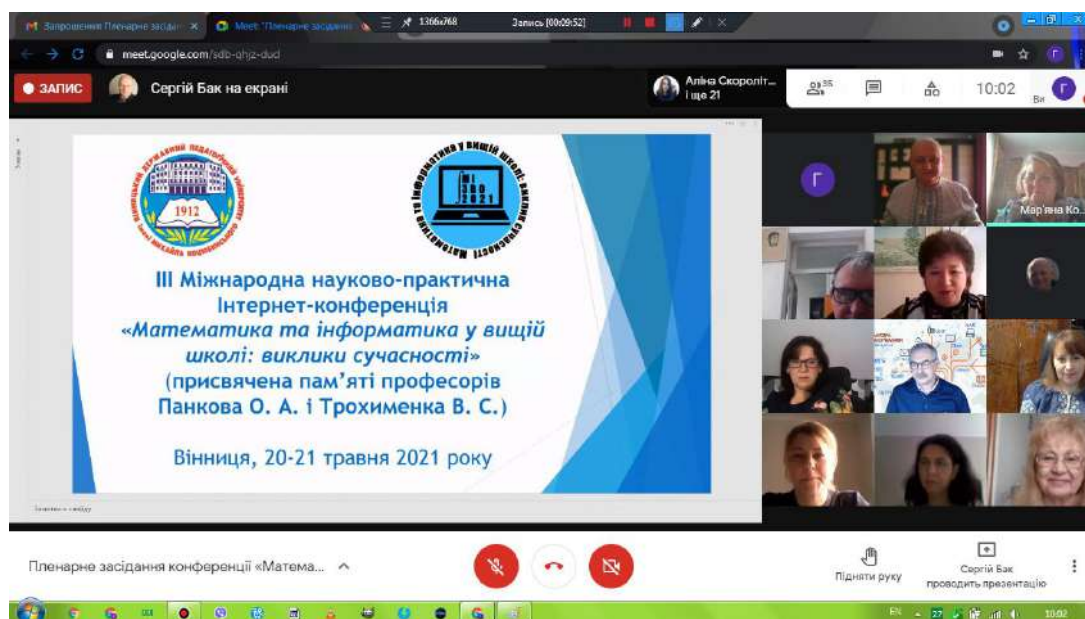
Кафедра математики та інформатики є організатором та співорганізатором низки міжнародних і всеукраїнських конференцій, які проводяться у Вінниці, Києві, Полтаві та інших містах.

У 2017 році кафедрою математики та інформатики було започатковано серію науково-практичних конференцій «Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності», які проводяться раз на два роки. Перші дві конференції мали всеукраїнський статус, а з 2021 року – міжнародний.

Першу **Всеукраїнську науково-практичну конференцію «Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності»** було проведено 18-19 травня 2017 року.



15-16 травня 2019 року на базі кафедри математики та інформатики було проведено **II Всеукраїнську науково-практичну Інтернет-конференцію «Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності»** (з міжнародною участю). До співорганізаторів доєдналися Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach (Польща) та Morgan State University (США).



20-21 травня 2021 року на базі кафедри математики та інформатики проходила **III Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Математика та інформатики у вищій школі: виклики сучасності»**, присвячена пам'яті професорів Олександра Андрійовича Панкова та Валентина Степановича Трохименка. У 2021 році до співорганізаторів конференції

доедналися знані університети України і Зарубіжжя: Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України, Львівський національний університет імені Івана Франка, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Вармінсько-Мазурський університет в Ольштині (Республіка Польща), Мадридський політехнічний університет (Іспанія), Університет економіки в Бидгощі (Республіка Польща).

І нарешті у 2023 році пройшла IV Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Математика та інформатики в науці й освіті: виклики сучасності», присвячена 90-річчю кафедри математики та інформатики.



Також щороку викладачі кафедри і студенти, які навчаються за освітніми програмами кафедри, беруть участь в роботі Міжвузівської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми математики, фізики і комп'ютерних наук», яка проводиться на базі факультету математики, фізики і комп'ютерних наук. Однією із секцій цієї конференції є секція математики та інформатики, за організацію роботи якої відповідає кафедра математики та інформатики.

Кафедра математики та інформатики є організатором різноманітних науково-методичних заходів. Зокрема, 30 жовтня 2018 року на базі кафедри математики та інформатики Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського відбувся круглий стіл **«Форсайт розвитку природничо-математичної освіти на Вінниччині та в Україні»**. Мета проведення круглого столу полягала в обговоренні актуальних питань і основних напрямів освітньої реформи, «Нової української школи» в контексті розвитку математичної освіти на Вінниччині та в Україні, сучасних вимог до підготовки вчителів математики, інформатики та фізики, моніторингу якості навчання старшокласників з математики, інформатики та фізики.



30 жовтня – 01 листопада 2019 року на базі кафедри математики та інформатики Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського відбулося засідання круглого столу **«Форсайт розвитку математичної та інформатичної освіти на Вінниччині та в Україні»**. Мета проведення круглого столу полягала в обговоренні актуальних питань і основних напрямів розвитку математичної та інформатичної освіти на Вінниччині та в Україні: нових розробок в ІТ-галузі, сучасних напрямків підготовки та роботи вчителів математики та інформатики, проблем

діджиталізації освіти, упровадження STEAM освіти та основного питання – як бути «крутим» вчителем.



«STEM як освітній ресурс 21 століття», Слушний Олег Миколайович, переможець у номінації «Вибір українців» премії Global Teacher Prize Ukraine 2019, випускник факультету математики, фізики і комп'ютерних наук



«Доповнена реальність (Microsoft HoloLens)», Матвіїшен Олександр Вікторович, старший керівник проекту, компанія Delphi Software



«Мобільні додатки плюс навчання», Стахов Андрій Олександрович, засновник і керівник ІТ-компанії «Asta.Mobi», випускник факультету математики, фізики і комп'ютерних наук

13 січня 2022 року на базі освітнього хабу «NotBox» Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського відбулося засідання круглого столу «Форсайт розвитку математичної та інформатичної освіти на Вінниччині і в Україні». Модератором зустрічі стала кафедра математики та інформатики. Основні питання, на яких зацентровано увагу на цій зустрічі – «Навіщо вивчати математику та комп'ютерну математику?» Роль математики та інформатики в особистому житті та професійній діяльності. Спікерами заходу були випускники факультету математики, фізики і комп'ютерних наук.

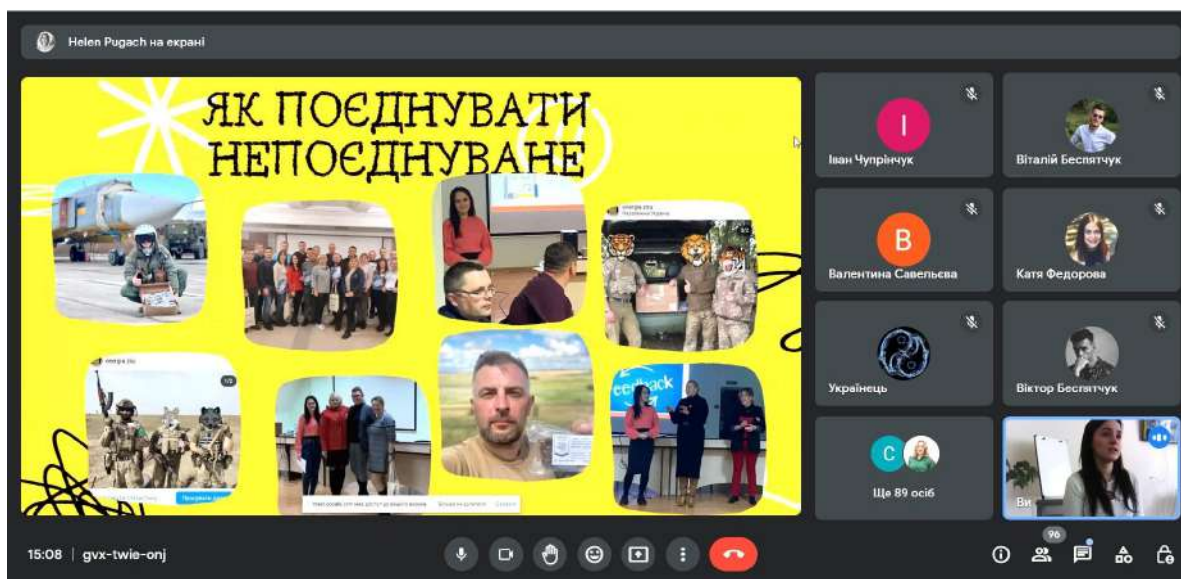


Мира Дмитро Вікторович, директор Комунального закладу «Центр підліткових клубів за місцем проживання», депутат Вінницької міської ради



Мельник Яна Сергіївна, учасниця національної премії GLOBAL TEACHER PRIZE UKRAINE, 2019, засновниця освітнього простору для дітей "Діти в захваті", сертифікована тренерка курсів: "Ментаніум. Фітнес для мозку", "Microsoft Imagine Academy", "Навчання творчому програмуванню на основі ігор і додатків", учасниця програми педагогів-новаторів корпорації Microsoft, майстер гри "Світ громад"

10 березня 2023 року на базі освітнього хабу NotBox Hub Вінницького Педуніверситету відбулося засідання круглого столу «Форсайт розвитку математичної та інформатичної освіти на Вінниччині та в Україні», яке присвячене 90-ій річниці кафедри математики та інформатики. Темою зустрічі була волонтерська діяльність випускників математичних та інформатичних спеціальностей ВДПУ.



Спікер – Пугач Олена Сергіївна, випускниця факультету математики, фізики і комп'ютерних наук ВДПУ (2018 року), фахівець з корпоративного навчання

Агронапряму МХП, волонтер

У 2020 р. члени кафедри математики та інформатики (Бак С. М., Ковтонюк Г. М., Ковтонюк М. М., Леонова І. М., Семенець Д. А., Соя О. М., Тютюн Л. А.) та студент предметної спеціальності 014.09 Середня освіта (Інформатика) Чикішев А. О. розробили і подали на конкурс громадських ініціатив ВМОТГ два проекти:

Проект № 21 «3D-моделювання і його використання для протезування кінцівок»



Короткий опис проекту

- 1 Проект передбачає популяризацію математичного і комп'ютерного моделювання;
- 2 вивчення світового досвіду психологічної і реабілітаційної допомоги людям, які втратили кінцівки;
- 3 Проведення творчого конкурсу з 3D-моделювання серед жителів Вінницької міської ОТГ, розгляд проектів, нагородження переможців.


Основні переваги надрукованих на 3D-принтері протезів: вартість, швидкість, універсальність, комфорт.

Реалізація проекту сприятиме досягненню освітніх, інноваційних і соціальних цілей.

Проект № 22 «Математичний сквер «Платонові тіла»»

Математичний сквер «Платонові тіла» – унікальний арт-об'єкт математичного спрямування, що гармонійно поєднує в собі:

- ✓ архітектурний комплекс з п'яти правильних многогранників, насичений різними креативними елементами публічного простору;
- ✓ з розміщеними спеціальними QR-кодами, що дозволить мешканцям і гостям міста за допомогою цифрових технологій візуалізувати інформацію про цей об'єкт кількома мовами;
- ✓ із зеленими насадженнями й універсальним кольоровим підсвічуванням.



Проект «3D-моделювання і його використання для протезування кінцівок» став перможцем конкурсу і був реалізований у 2021 році.

Викладачі кафедри математики ефективно організують **науково-дослідну роботу студентів**, яка здійснюється в межах роботи наукових гуртків та проблемних груп, виконання дипломних та магістерських робіт, підготовки робіт на конкурси студентських наукових робіт. Студенти під керівництвом

викладачів кафедри математики та інформатики беруть участь у наукових конференціях, публікують результати своїх досліджень у збірниках наукових праць різних рівнів.



На кафедрі математики та інформатики функціонують наукові гуртки, проблемні групи, групи з підготовки до II етапу Всеукраїнських студентських олімпіад, «Навчально-науковий тренінг-центр з інформатики та комп'ютерної математики» для студентів молодших курсів факультету математики, фізики і комп'ютерних наук та учнів закладів загальної середньої освіти м. Вінниці та Вінницької області.

Щорічно студенти, які навчаються за освітніми програмами кафедри математики та інформатики беруть участь у роботі конференцій різних рівнів.

Приклад оформлення практикуму

1. Теоретична частина

Означення похідної.
Таблиця похідних.
Правила диференціювання.

Контрольні запитання

Попередньо вивчіть лекцію «Похідна та диференціал».

1. Дайте означення диференційованої функції.

Означення 1. Нехай функція $y = f(x)$ визначена у деякому околі точки x_0 і нехай $x \in O(x_0)$. Якщо існує скінченна границя відношення приросту функції $f(x)$ до приросту аргументу, коли останній прямує до нуля:

$$\lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0},$$

то вона називається похідною функції $y = f(x)$ у точці x_0 , а сама функція називається диференційованою у цій точці.



Кафедра математики та інформатики багато років була базовою для проведення заключних етапів Всеукраїнської студентської олімпіади з математики, Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з математичних наук та Всеукраїнської командної олімпіади з програмування (1/8 фіналу світової першості з програмування ACM-ICPC).

Наші студенти традиційно успішно виступають на Всеукраїнських олімпіадах і конкурсах з математики та інформатики (під керівництвом Абрамчука В.С., Бака С.М., Вотякової Л.А., Жмурка О.І., Ключко О.В., Ковтонюк М.М., Панасенка О.Б., Томусяка А.А., Трохименка В.С., Ясінського В.А.).



Переможці Всеукраїнської олімпіади з математики:

- 1999 р., м. Вінниця: Сергеев Андрій (1 місце), Муженко Катерина (3 місце);

- 2000 р., м. Вінниця: Порхун Алла (1 місце), Муженко Катерина (3 місце);
- 2001 р., м. Вінниця: Порхун Алла (1 місце), Троян Людмила (3 місце);
- 2002 р., м. Вінниця: Троян Людмила (1 місце), Порхун Алла (3 місце);
- 2003 р., м. Житомир: Панасенко Олексій (2 місце), Стратійчук Володимир (3 місце);
- 2004 р., м. Житомир: Панасенко Олексій (2 місце);
- 2005 р., м. Суми: Панасенко Олексій (2 місце), Трофименко Анатолій (3 місце);
- 2006 р., м. Суми: Трофименко Анатолій (2 місце);
- 2007 р., м. Суми: Трофименко Анатолій (2 місце);
- 2010 р., м. Київ: Скрипник Софія (2 місце);
- 2011 р., м. Вінниця: Скрипник Софія (2 місце);
- 2012 р., м. Вінниця: Власюк Наталя (2 місце);
- 2013 р., м. Вінниця: Чабан Наталя (3 місце);
- 2018 р., м. Одеса: Бандерс Марія (3 місце).



У 2010 році Скрипник Софія нагороджена срібною медаллю за участь у V-й Міжнародній студентській Інтернет-олімпіаді з математики (керівники: Ясінський В. А., Панасенко О. Б.).



Переможці олімпіад з програмування:

- 2016 р., Online Qualification Round of Google Hash Code: Руденко Сергій, Михайлюк Олександр, Романов Михайло (866 місце серед 17000 учасників з усього світу);
- 2017 р., Online Qualification Round of Google Hash Code: Руденко Сергій (951 місце серед 26000 учасників з усього світу);
- 2017 р., м. Тернопіль (II етап, ¼ фіналу світової першості з програмування ACM-ICPC): Бойчук Дмитро, Панченко Олександр, Руденко Сергій (1 місце серед педагогічних ЗВО, тренер Жмурко О.І.);
- 2018 р., м. Тернопіль (II етап, ¼ фіналу світової першості з програмування ACM-ICPC): Бойчук Дмитро, Панченко Олександр, Руденко Сергій (1 місце серед педагогічних ЗВО, тренер Клочко О.В.);
- 2018 р., м. Одеса (III етап, фінал Всеукраїнської командної олімпіади з програмування): Бойчук Дмитро, Михайлюк Олександр, Ткаченко Світлана (3 місце, тренер Клочко О.В.);
- 2019 р., Вінниця (Олімпіада з програмування та ІТ-технологій від компанії DELPHI SOFTWARE): Бойчук Дмитро (диплом 1-го ступеня, тренер Клочко О.В.);

- 2019 р., м. Тернопіль (II етап, $\frac{1}{4}$ фіналу світової першості з програмування ACM-ICPC): Бойчук Дмитро, Ткаченко Світлана, Люлько Юрій (1 місце серед педагогічних ЗВО, тренер Клочко О.В.);
- 2019 р., м. Одеса (III етап, фінал Всеукраїнської командної олімпіади з програмування): Бойчук Дмитро, Ткаченко Світлана, Люлько Юрій (2 місце, тренер Клочко О.В.);
- 2019 р., м. Вінниця (13-а Міжнародна олімпіада з програмування на Кубок академіка Іллі Несторовича Векуа): Бойчук Дмитро, Ткаченко Світлана, Люлько Юрій (1 місце по Україні серед педагогічних закладів вищої освіти, тренер Клочко О.В.);
- 2021 р., м. Тернопіль (II етап, $\frac{1}{4}$ фіналу світової першості з програмування ACM-ICPC): Мазур Максим, Таскаєв Дмитро, Ткаченко Світлана (1 місце серед педагогічних ЗВО, тренер Клочко О.В.). Команда пройшла у півфінал міжнародної командної олімпіади з програмування ICPC (Південно-Західна Європа);
- 2022 р., м. Вінниця (II етап, $\frac{1}{4}$ фіналу світової першості з програмування ACM-ICPC): команда VSPU_BreakOut (Максим Мазур, Олександр Сорока, Олена Волошина) посіла 3 місце серед педагогічних ЗВО по південно-західному регіону, а команда VSPU_BreakOut_v2 (Олександр Спажев, Ірина Кулешова, Юлія Шуляк) посіла 2 місце в загальному заліку і 1 місце серед педагогічних ЗВО по південно-західному регіону, тренер Клочко О. В., співтренер Ковбасюк М. В.). Ці команди пройшли у півфінал міжнародної командної олімпіади з програмування ICPC (Південно-Західна Європа), де команда VSPU_BreakOut_v2 посіла 8-е місце серед 75 команд України;;
- 2023 р., м. Київ (тур відкритої олімпіади з програмування на базі КПІ ім. Ігоря Сікорського): Сергій Мулярчук, Віталій Вавшко, Дмитро Гордяк (3 місце, тренер Клочко О. В.).



Переможці Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з математичних наук:

- 2009 р., м. Вінниця: Лесовий Володимир (диплом 3-го ступеня, науковий керівник Томусяк А.А.); Романчишина Мирослава (диплом 3-го ступеня, науковий керівник Трохименко В.С.);
- 2010 р., м. Вінниця: Домбровська Дарія (диплом 3-го ступеня, науковий керівник Бак С.М.); Климчук Світлана, Ліщук Руслана (диплом 2-го ступеня, науковий керівник Томусяк А.А.);
- 2011 р., м. Вінниця: Серветник Віталій; Шевчук В'ячеслав (диплом 1-го ступеня, науковий керівник Абрамчук В.С.); Баранова Ольга; Білик Юлія (диплом 2-го ступеня, науковий керівник Бак С.М.); Гикавчук Альона; Зарудня Тетяна (диплом 3-го ступеня, науковий керівник Томусяк А.А.);
- 2012 р., м. Івано-Франківськ: Баранова Ольга; Білик Юлія (диплом 3-го ступеня, науковий керівник Бак С.М.); Танань Діана; Чабан Наталя (диплом 3-го ступеня, науковий керівник Панасенко О.Б.);
- 2013 р., м. Івано-Франківськ: Кузьменко Мар'яна; Наконечна Інна (диплом 3-го ступеня, науковий керівник Вотякова Л.А.); Окопна Таїсія (диплом за високі досягнення, науковий керівник Бак С.М.);

- 2014 р., м. Івано-Франківськ: Кудрич Юлія; Масняк Ольга (диплом 3-го ступеня, науковий керівник Бак С.М.);
- 2015 р., м. Вінниця: Кудрич Юлія; Магдич Віталій (диплом 2-го ступеня, науковий керівник Бак С.М.); Боцюра Катерина; Шмулян Ярослава (диплом 3-го ступеня, науковий керівник Абрамчук В.С.);
- 2016 р., м. Вінниця: Руда Ольга; Шмулян Ярослава (диплом 1-го ступеня, науковий керівник Абрамчук В.С.); Леонова Іванна; Шведюк Анастасія (диплом 2-го ступеня, науковий керівник Бак С.М.);
- 2017 р., м. Вінниця: Печериця Іван; Шведюк Анастасія (диплом 3-го ступеня, науковий керівник Бак С.М.);
- 2021 р., м. Львів: Левицька Марія (диплом за вагомі здобутки, науковий керівник Ковтонюк М.М.);
- 2021 р., м. Львів: Лисак Богдан (диплом 1-го ступеня, науковий керівник Бак С.М.).



Переможці Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з напрямків «Інформатика, обчислювальна техніка та автоматизація»,

«Інформатика та кібернетика»:

- 2011 р., м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет: Комарівський В'ячеслав, Войтовик Святослав (диплом 2-го ступеня, науковий керівник Ковтонюк М. М.);

- 2017 р., м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет: Бойчук Дмитро, Руденко Сергій (диплом 2-го ступеня, науковий керівник Яровенко А. Г.);

- 2019 р., м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет: Смірнова Анастасія (диплом 2-го ступеня, науковий керівник Клочко О. В.), Руденко Сергій (диплом 3-го ступеня, науковий керівник Бак С. М.);

- 2020 р., м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет: Ткаченко Світлана (диплом 3-го ступеня, науковий керівник Клочко О. В.);

- 2021 р., м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет: Ткаченко Світлана (диплом 2-го ступеня, науковий керівник Клочко О. В.);

Переможці Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з спеціальності «Середня освіта (Інформатика)»:

- 2021 р., м. Суми, Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка: Ткаченко Світлана, Бабійчук Ірина (диплом 3-го ступеня, науковий керівник Клочко О. В.).

Переможці Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з спеціальності «Комп'ютерні науки»:

- 2021 р., м. Кропивницький, Центральноукраїнський національний технічний університет: Ткаченко Світлана (диплом 3-го ступеня, науковий керівник Бак С. М.).

Переможці Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт в галузі «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті»:

- 2020 р., м. Мелітополь, Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького: Ткаченко Світлана (диплом 1-го ступеня, науковий керівник Клочко О. В.).

Смірнова Анастасія є дворазовим переможцем **Міжнародного бліц-конкурсу з веб-дизайну та комп'ютерної графіки** у категорії «ВНЗ» (2015 р.,

диплом 2-го ступеня; 2017 р., диплом 2-го ступеня). Зауважимо, що навчаючись у школі, вона тричі ставала переможцем цього конкурсу у категорії «Школа».

Впродовж багатьох років викладачі кафедри математики та інформатики (Бак С. М., Ковтонюк М. М., Захарченко Н. В., Туржанська О. С., Тютюн Л. А., Тимошенко О. З.) були членами журі міської та обласної олімпіад з математики (II і III етапи Всеукраїнської учнівської олімпіади з математики).

Косоць О. П. є членом журі Всеукраїнського конкурсу з інформаційних технологій серед учнівської молоді і членом журі Вінницького обласного конкурсу з інформаційних технологій серед позашкільних навчальних закладів.

У 2019 та 2023 роках Бак С. М. був головою журі II етапу Всеукраїнської олімпіади з математики серед студентів перших курсів коледжів (обласна олімпіада), а у 2022 році був головою журі обласної учнівської олімпіади з математики.



15 березня 2019 року кафедрою математики та інформатики було проведено **олімпіаду з програмування серед учнів непрофільних шкіл.**



Також викладачі кафедри (Ковтонюк М. М., Захарченко Н. В., Туржанська О. С., Тютюн Л. А., Тимошенко О. З.) входили до складу журі Всеукраїнської олімпіади геометричної творчості імені В. А. Ясінського, яка проходить щорічно на базі факультету математики, фізики і комп'ютерних наук Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського.

Нинішній колектив кафедри математики та інформатики продовжує традиції своїх попередників, не зупиняється на досягнутому і працює з таким же ентузіазмом для досягнення високих результатів у науковій діяльності.

Volodymyr Derech*, Ph. D.

Alla Barkovska**

*Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: derech@vntu.edu.ua

**Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: barkovska@vntu.edu.ua

ON FINITE STRUCTURALLY UNIFORM SEMIGROUPS

Abstract. A finite semigroup S is called structurally uniform if any two subsemigroup of S are isomorphic whose heights in the partially ordered set of all subsemigroups of S are equal. Note that this class contains the class of all finite semigroups for which the inverse monoid of local automorphisms is congruence permutable. In these notes, we give a brief overview of results about finite structurally uniform semigroups.

Key words and phrases: inverse monoid of local automorphisms, structurally uniform semigroup, nilsemigroup, congruence permutable semigroup.

Напівгрупа S називається інверсною, якщо для будь-якого елемента a існує єдиний елемент a^{-1} такий, що $a \cdot a^{-1} \cdot a = a$ і $a^{-1} \cdot a \cdot a^{-1} = a^{-1}$. Добре відомо (див., наприклад [1]), що напівгрупа є інверсною тоді і лише тоді, коли вона регулярна і будь-які два її ідемпотенти комутують. Нехай C – довільна математична структура. Ізоморфізм між двома її підструктурами називається *локальним автоморфізмом*. Множина всіх локальних автоморфізмів відносно звичайної операції композиції утворює *інверсний моноїд локальних автоморфізмів* і позначається через $LAut(C)$. Напівгрупи локальних автоморфізмів математичних структур і їх піднапівгрупи – це основне джерело інверсних напівгруп. Скажімо, якщо C – напівгрупа лівих (або правих нулів), то $LAut(C)$ – це *симетрична інверсна напівгрупа*, яка є основним прикладом інверсної напівгрупи оскільки (згідно з теоремою Вагнера-Престона) будь-яка інверсна напівгрупа (з точністю до ізоморфізму) може розглядатися як піднапівгрупа підходящої симетричної напівгрупи. Зазначимо, що група автоморфізмів (або група симетрій) математичної структури C є підгрупою інверсного моноїда $LAut(C)$. Вивчення взаємозв'язків між властивостями математичної структури і властивостями групи автоморфізмів цієї структури є класичною проблемою в сучасній алгебрі. Аналогічна проблема є актуальною і для інверсного моноїда локальних автоморфізмів математичної структури. Зокрема в статті [2] дано вичерпний список скінченних напівгруп, для яких інверсний моноїд локальних автоморфізмів є конгруенц-переставною напівгрупою. Сформулюємо відповідний результат.

Theorem 1 (see [2]). *Assume that S is a finite semigroup. The inverse monoid $LAut(S)$ is permutable if and only if S is:*

- (1) *either an elementary Abelian p -group, where p is any prime number;*
- (2) *or a Heisenberg group over the finite field Z_p , where p is an arbitrary odd prime number;*

- (3) or a linearly ordered semilattice;
- (4) or a primitive semilattice;
- (5) or a semigroup of right zeros;
- (6) or a semigroup of left zeros;
- (7) or the nilsemigroup $K1$ (see Table 1);
- (8) or the nilsemigroup $K2$ (see Table 2);
- (9) or the nilsemigroup $B1$ (see Table 3);
- (10) or the nilsemigroup $B2$ (see Table 4);
- (11) or the nilsemigroup whose structure is described by Structure 0;
- (12) or the nilsemigroup whose structure is described by Structure 1;
- (13) or the nilsemigroup whose structure is described by Structure 2;
- (14) or a nilsemigroup with zero multiplication.

Далі, напівгрупа S називається *структурно однорідною*, якщо будь-які дві її піднапівгрупи однакової висоти (в решітці $Sub(S)$) є ізоморфними. Виявляється (див. [3]), що скінченна напівгрупа є структурно однорідною тоді і лише тоді, коли її ідеали утворюють ланцюг відносно включення. Оскільки ідеали конгруенц-переставної напівгрупи лінійно впорядковані відносно включення (див. [6]), то всі напівгрупи перелічені в Теоремі 1 є структурно одно-рідними. В статті [3] доведено, що скінченна група є структурно однорідною тоді і лише тоді, коли вона є або циклічною групою порядку p^n (де p – просте число), або елементарною Абелевою p -групою, або групою кватерні-онів Q_8 , або групою Гайзенберга над полем F_p , де p – непарне просте число. Скінченна в'язка є структурно однорідною тоді і лише тоді, коли вона є або напівгрупою лівих нулів, або напівгрупою правих нулів, або лінійно впорядкованою напів-решіткою, або примітивною напіврешіткою (див. [4]). В статті [5] дано вичерпний список скінченних структурно однорідних нільнапівгруп. Для того, щоб завершити класифікацію всіх скінченних структурно однорідних напівгруп нам залишається розглянути напівгрупи, кожна з яких є розширенням групи за допомогою нільнапівгрупи.

References

1. Clifford A.H., Preston G.B. The algebraic theory of semigroups. Vols. 1,2. American Mathematical Society, Providence, RI (1964, 1967)

2. Derech V.D. Complete classification of finite semigroups for which the inverse monoid of local automorphisms is a permutable semigroup. *Ukr. Math. J.* 2017. Vol. 68, No 11. P. 1820-1828.
 3. Derech V.D. Finite structurally uniform groups and commutative nilsemigroups. *Ukr. Math. J.* 2019. Vol. 70, No 8. P. 1237-1251.
 4. Derech V.D. Structure of a finite commutative inverse semigroup and a finite bundle for which the inverse monoid of local automorphisms is permutable. *Ukr. Math. J.* 2012. Vol. 63, No 9. P. 1390-1399.
 5. Derech V.D. Classification of finite structurally uniform nilsemigroups. *Semigroup Forum.* 2023. Vol. 106. Issue 2. P. 394-402.
 6. Tully E.J. The equivalence, for varieties of semigroups, of two properties concerning congruence relations. *Bull. Am. Math. Soc.* 1964. Vol. 70. No 3. P. 399-400.
-

Volodymyr Fedorchuk, Dr. Sc.
Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University,
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
e-mail: fedvolod@kpnu.edu.ua

SIMULATION OF ONE-DIMENSIONAL NONLINEAR OBJECTS WITH DISTRIBUTED PARAMETERS BASED ON THE APPLICATION OF REVERSIBLE COMPUTER MODELS

Abstract. The report examines the problem of computer modeling of one-dimensional mechanical elastic objects with distributed parameters, which consist of areas that are heterogeneous in terms of physical parameters. The author suggests using an approximation model in the form of a system of ordinary differential equations, which is effectively solved using the Matlab/Simulink computer program. This modeling method makes it possible to obtain a reversible model with the possibility of applying an input pressure to different parts of the object. In addition, the obtained computer model allows the use of non-linear dependencies in the solving blocks.

Key words and phrases: computer modeling of one-dimensional objects with distributed parameters, reversible model, computer modeling of non-linear distributed objects.

Розв'язування задач проєктування складних динамічних систем з необхідністю врахування ефекту розподіленості параметрів та нелінійних залежностей, а також забезпечення ефективного функціонування їх підсистем керування, контролю чи діагностики потребує використання методів математичного та комп'ютерного моделювання. Такі системи, зазвичай, складаються з неоднорідних за фізичними характеристиками елементів,

включаючи нелінійні та елементи з розподіленими параметрами [1]. Тому актуальною постає задача створення адекватних математичних моделей таких динамічних систем з урахуванням розподіленості параметрів окремих ланок, а також вимог щодо ефективної комп'ютерної реалізації отриманих моделей.

При комп'ютерному моделюванні об'єктів з розподіленими параметрами, математичні моделі яких, зазвичай, подаються у вигляді диференціальних рівнянь з частинними похідними, виникає необхідність зведення їх до такого виду, який дозволяє використовувати у програмних засобах моделювання стандартні операційні блоки.

Розглянемо математичний опис об'єкта з розподіленими параметрами у вигляді диференціального рівняння з частинними похідними

$$a(x,t)\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} - b(x,t)\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} + c(x,t)\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = f(x,t), \quad (a,b,c > 0), \quad (1)$$

з граничними умовами

$$\begin{cases} u(x_0,t) = \varphi_0(t); & u(x_0+l,t) = \varphi_l(t); & (t_0 \leq t \leq T), \\ u(x,t_0) = \psi_0(x); & u(x,T) = \psi_T(x); & (x_0 \leq x \leq x_0+l), \end{cases} \quad (2)$$

де $\varphi_0(t)$, $\varphi_l(t)$, $\psi_0(x)$, $\psi_T(x)$ – задані функції.

Застосувавши метод прямих до рівнянь (1)-(2), отримаємо систему з n звичайних лінійних диференціальних рівнянь другого порядку та нехтуючи членами $O(h^2)$ і позначивши через $U_k(t)$ наближені значення розв'язку $u(t,x)$ на прямій $x = x_k$ для їх визначення, отримаємо систему рівнянь

$$a_k(t)\ddot{U}_k(t) - \frac{b_k(t)}{h^2}[U_{k+1}(t) - 2U_k(t) + U_{k-1}(t)] + c_k(t)\dot{U}_k(t) + d_k(t)U_k(t) = f_k(t), \quad (3)$$

$(k=1,2,\dots,n)$.

Із граничних умов маємо:

$$\left. \begin{aligned} U_0(t) &= \varphi_0(t), & (\alpha \leq t \leq T); \\ U_{n+1}(t) &= \varphi_l(t), & (\alpha \leq t \leq T); \\ U_k(t_0) &= \psi_0(x_i), & U_k(T) = \psi_T(x_k); & (k=1,2,\dots,n). \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Отримана модель у вигляді системи диференціальних рівнянь (3) з граничними умовами (4) апроксимує з точністю до $O(h^2)$ диференціальне

рівняння (1) з граничними умовами (2). За допомогою апроксимаційних перетворень вихідна модель дискретизується на n структурних елементів, кожен з яких реалізується за допомогою звичайного диференціального рівняння другого порядку. Тому для комп'ютерної реалізації отриманої апроксимаційної моделі використовується simulink-модель, яка складається з n блоків (рис. 1), кожен з яких реалізує відповідне диференціальне рівняння системи (3). Особливістю цієї системи рівнянь є те, що кожне із рівнянь пов'язане з двома сусідніми рівняннями через функції $U_{k+1}(t)$ та $U_{k-1}(t)$, тому кожен блок, що реалізує k -те рівняння має один вихід $U_k(t)$, та два входи, на які подаються, відповідно, $U_{k+1}(t)$ та $U_{k-1}(t)$. Це зумовлює присутність в моделі прямих і зворотних зв'язків, які дають змогу встановити причинно-наслідкові залежності від першого блоку до останнього і навпаки, тобто simulink-модель внаслідок цього володіє властивістю оборотності.

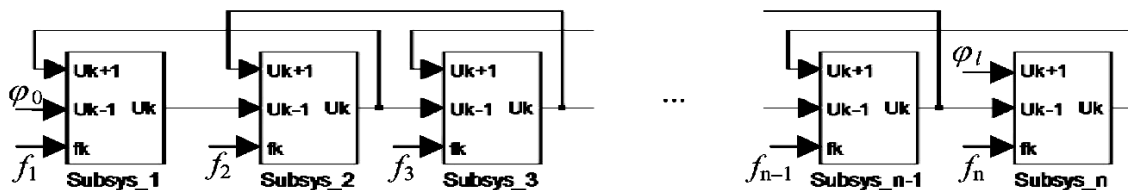


Рис. 1 – Структурна реалізація апроксимаційної моделі (3)

Рівняння системи (3) описують поведінку дискретних елементів, на які розбивається неперервний розподілений об'єкт. Наприклад, для протяжного однорідного стержня, який зазнає деформації розтягу-стиску і описується моделлю (1) апроксимаційна модель (3), фактично, відображає систему n зосереджених мас, зв'язаних між собою пружними зв'язками. При цьому складові моделі (3) мають конкретний фізичний зміст: перший доданок відображає силу інерції, другий – силу пружності, третій – силу опору руху і т.д. Тому в кожне із рівнянь можна вносити додатково і нелінійні залежності, які можна легко реалізувати у відповідній підсистемі приведеної вище simulink-моделі. Наприклад, якщо сила опору руху для k -того елемента залежить від

квадрату його швидкості, то в simulink-моделі це відображається співвідношенням $f_k(t) = \mu(U_k(t))^2$, де μ – деяка постійна величина. Отримана комп'ютерна модель володіє також унікальною властивістю оборотності, оскільки вона дозволяє здійснювати вхідні впливи та отримувати відгуки в будь-яких точках дискретизації лінійно протяжного об'єкта.

За описаною вище методикою створено модель бурильної колони бурової установки. При цьому враховується: неоднорідність бурової колони внаслідок використання різнотипних бурильних труб; деформація бурової вишки при навантаженні та її інертність; сили опору, викликані взаємодією промивної рідини зі стінками колони; виштовхувальна сила та інерція стовпа промивної рідини; сили опору при взаємодії долота з породою.

References

1. Verlan A., Fedorchuk V. Models of dynamics of electromechanical systems. Kyiv: Nauk. Dumka, 2013. 222 p.

Mariana Kovtonyuk*, Dr. Sc.,
e-mail: kovtonyukmm@gmail.com

Olena Kosovets*, Ph. D.,
e-mail: helen.kosovets@gmail.com

Olena Soia*, Ph. D.,
e-mail: soya.o.m@gmail.com

*Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia,
Ukraine

FORESIGHT MODELLING OF THE UNIVERSITY'S SYNERGISTIC EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Abstract. The importance of the foresight modeling of the synergistic educational space of the Bachelor of Mathematics was investigated. The teacher's educational space is characterized through the combination of personal, value, cultural, communicative, activity and informational subspaces. The field of building routes for the achievement of professional competences of a university teacher was modeled and a foresight wheel of digital technologies was constructed, each ring of which contains a variable component of the use of appropriate digital tools depending on the type of educational activity of the teacher. The accumulated experience of foresight research at the Department of Mathematics and Informatics of Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University was analyzed. In order to verify the results of the comparative analysis of

mathematics and computer science teacher training curricula, applied statistics methods (Fisher's F-test and Student's t-test) were used.

Key words and phrases: *foresight, modeling, synergistic educational space, bachelor of mathematics.*

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» [3, с. 9].

Технологія форсайтингу через методи аналізу взаємних впливів, експертних панелей, огляд джерел, технологічні дорожні карти [2], реалізується кафедрою математики та інформатики Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Ми виділимо декілька коротко- і середньострокових дорожніх карт, які можна залучати до прогностичного моделювання підготовки бакалавра математики:

- 1) популяризація математики як необхідної умови розвиненого суспільства;
- 2) розвиток змішаного навчання, зокрема можливість співпраці з іншими університетами України та зарубіжжя; активне використання дистанційного навчання: створення відкритих освітніх ресурсів: сайтів, YouTube-каналів тощо;
- 3) забезпечення інформатизації навчального процесу та доступ до міжнародних інформаційних систем у ЗВО;
- 4) творча співпраця викладача і студента, реалізація суб'єкт-суб'єктних взаємин викладача і студента за активної ролі студента;
- 5) регулярна модернізація освітніх програм, навчальних планів;

- 6) фундаменталізація професійної підготовки бакалавра математики, яка передбачає ретельний добір фундаментального ядра змістового, процесуального, управлінського блоків, блоку практичної підготовки;
- 7) 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.

Зауважимо, що популяризація математики та інформатики має надзвичайно велике значення для розвитку сучасного суспільства. Щороку з 2018 року викладачами кафедри математики та інформатики проводиться засідання круглого столу “Форсайт розвитку математичної та інформатичної освіти Вінниччини та України”.



На зустрічі запрошуються спікери-експерти сучасних напрямків з цифрових технологій, віртуальної реальності, тривимірного моделювання для обговорення, планування і прогнозування як спроба передбачити необхідні фахові компетентності студента, які будуть відповідати потребам сучасного і майбутнього ринку праці.

Круглий стіл "Форсайт розвитку математичної та інформатичної освіти Вінниччини та України"



У 2020-2021 роках під керівництвом завідувача кафедри математики та інформатики, професора Мар'яни Ковтонюк викладачі кафедри розробили проєкт «3D-моделювання і його використання для протезування кінцівок» та стали переможцями Конкурсу проєктів в рамках «Бюджету громадських ініціатив Вінницької міської об'єднаної територіальної громади».



Проект «3D-моделювання і його використання для протезування кінцівок»

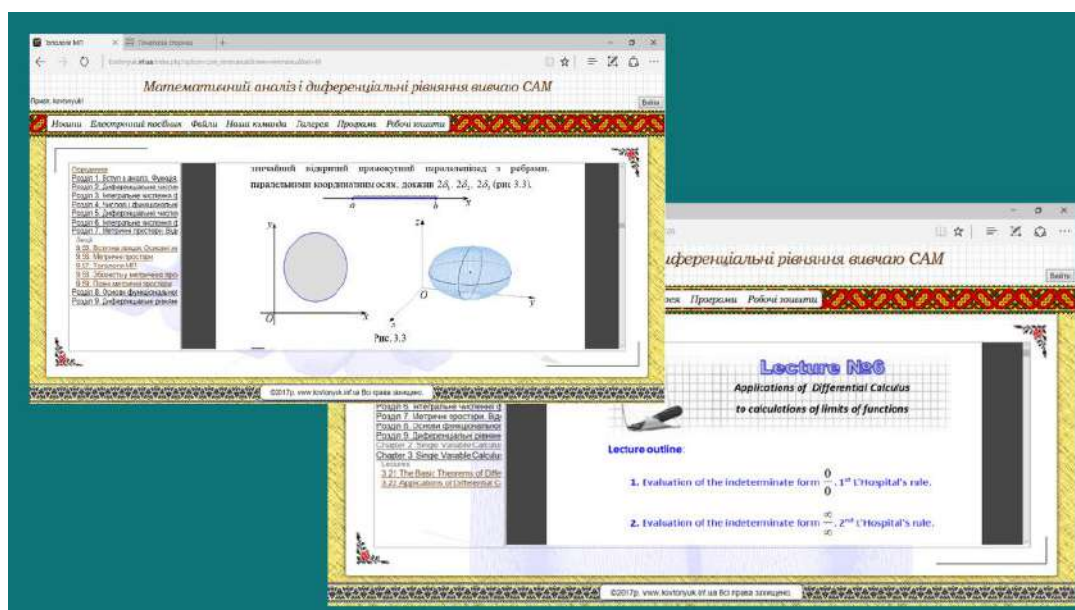


За умовами проєкту проведено творчий конкурс з 3D-моделювання серед учнів та студентів Вінницької міської об'єднаної територіальної громади. Понад 30 учнів та студентів надіслали тривимірні моделі для участі у конкурсі.

Переможців конкурсу були нагороджені цінними призами, а саме: 3D-принтерами, графічними планшетами.

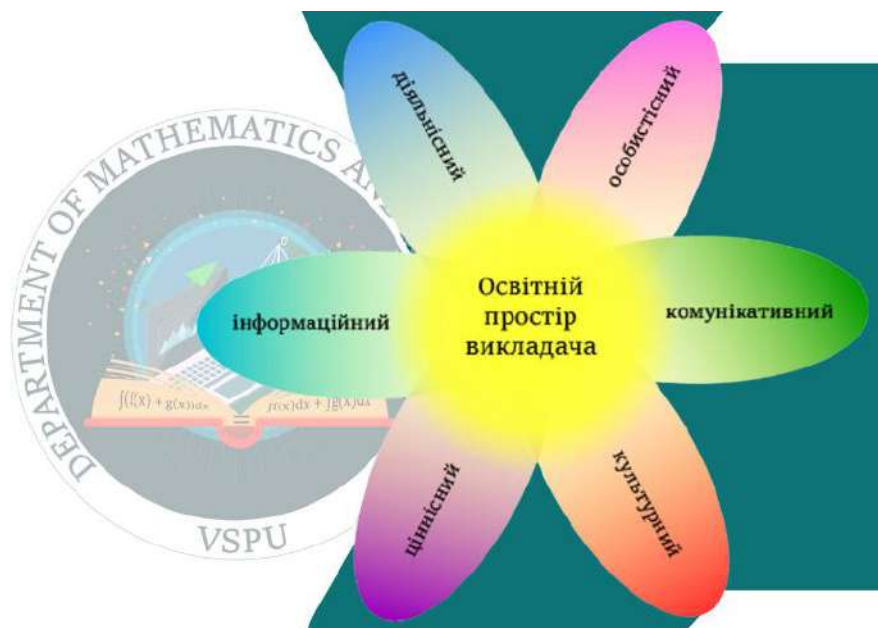


Форсайт моделювання синергетичного освітнього простору університету передбачає розвиток змішаного навчання, зокрема можливість співпраці з іншими університетами України та зарубіжжя; активне використання дистанційного навчання: створення відкритих освітніх ресурсів: сайтів, YouTube-каналів тощо.



Ця дорожня карта потребує від викладача закладу вищої освіти підвищення рівня професійної компетентність, що забезпечується комплексним

поєднанням знань, діяльності, особистісних якостей через освітній простір викладача.



Цінності, потреби, мотиви людини є рушійною силою для її діяльності. Особистісні якості в один період роботи викладача стимулюють, в інший – обмежують його діяльність, але в кінцевому випадку впливають на ефективність його роботи. З іншого боку за результатами діяльності можна зробити висновок про особистісні якості викладача, його здатність та готовність до професійної діяльності.

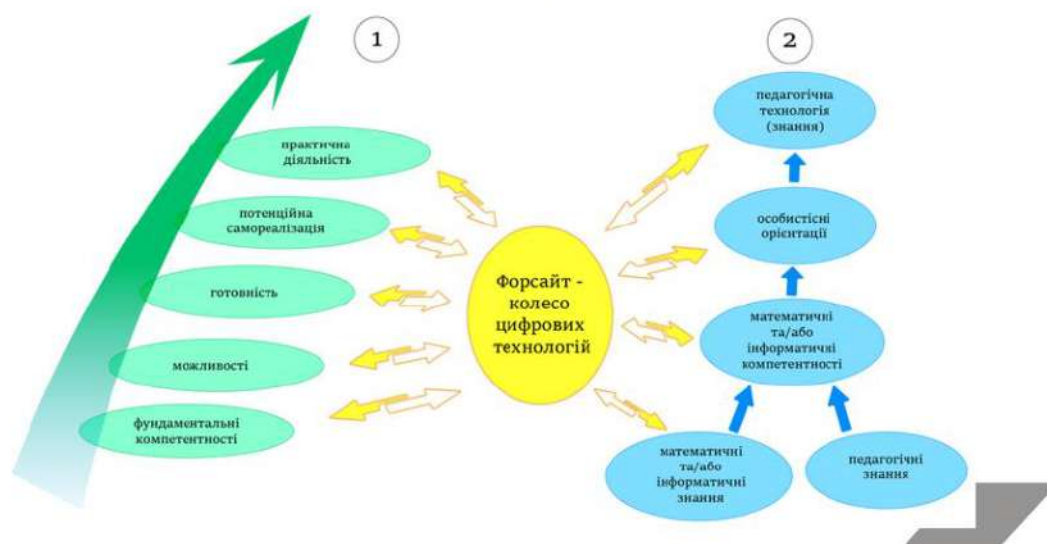
Знання та особистісні якості викладача також корелюють між собою. Знання можуть стимулювати розвиток особистісних якостей, збагачувати чи, навпаки, девальвувати цінності. З іншого боку, від цінностей, мотивації, здібностей, здатності та готовності викладача залежить спрямованість його знань та успішність оволодіння ними.

Оскільки фундаментальні компетентності у викладача закладу вищої освіти вже сформовані, то він працює над своїм вдосконаленням, прямуючи за обраною траєкторією (варіанти 1 (авторський) або 2 [1]).

Професійний розвиток викладача можливий за наявності фундаментальних компетентностей, можливостей їх реалізації, з готовністю до

потенційного саморозвитку та застосування набутих цінностей у професійній практичній діяльності.

Поле побудови маршрутів досягнень професійних компетентностей викладача університету



Упровадження інноваційних технологій і дистанційного навчання у вищій освіті є однією з операційних цілей, завданнями якої є «створення індустрії інноваційних технологій та засобів навчання, що відповідають світовому науково-технічному рівню; унормування дистанційного навчання як форми здобуття вищої освіти».

Забезпечення викладачем гнучкості освітнього процесу в умовах дистанційної освіти для реалізації адаптивного навчання здійснюється добором відповідного цифрового інструментарію у залежності від типу освітньої діяльності викладача, тобто від виду заняття: лекція, лабораторно-практичне заняття, контроль навчальних досягнень, залучення елементів неформальної освіти. Для вирішення проблеми вибору відповідного цифрового інструментарію нами розроблено форсайт-колесо цифрових технологій, як елементу прогнозування та підготовки викладача до заняття. Викладач під час підготовки до лекції чи лабораторно-практичного заняття обирає відповідні цифрові інструменти з форсайт-колеса з метою найбільш ефективного їх проведення.



Форсайт-колесо цифрових технологій демонструє подібність та відмінності у застосуванні додатків та онлайн ресурсів:

– перше зовнішнє кільце містить спільні для всіх видів освітньої діяльності цифрові інструменти;

– друге кільце розділено на спільні інструменти для лекцій та неформальної освіти, а також поєднано інструменти для лабораторно-практичних занять та здійснення контролю навчальних досягнень;

– третє кільце розмежовує інструменти для лекцій та лабораторно-практичних занять, та поєднує інструменти з контролю навчальних досягнень та неформальної освіти;

– четверте кільце демонструє інструменти, які доцільно застосовувати лише для відповідного типу занять.



Сукупність описаних цифрових інструментів форсайт-колеса в залежності від виду заняття, утворюють віртуальний освітній простір викладача, що допомагає спроектувати та якісно подати навчальний матеріал з математики та інформатики, використовуючи сучасні можливості в умовах дистанційної освіти. Розподіл цифрових інструментів форсайт-колеса допоможе викладачу підготуватися до заняття у залежності від його виду, а саме: подання теоретичного навчального матеріалу на лекціях, розв'язування задач та створення програм на лабораторно-практичних заняттях, здійснити перевірку навчальних досягнень студентів та майстерно поєднати формальну освіту з неформальною.

Авторами статті проведено опитування серед студентів і проаналізовано 96 анкет для аналізу цих основних питань. Анкета опитування складається з двох блоків питань. У першому блоці містяться питання для з'ясування ефективності дистанційного та змішаного навчання: обізнаність студентів із інструментарієм дистанційного навчання, як активно учасники освітнього процесу взаємодіють між собою в умовах дистанційного та змішаного навчання. У другому блоці нами з'ясовано чи здійснюють студенти самостійне

навчання засобами освітніх онлайн-курсів для оволодіння новими компетентностями. Якщо студенти навчаються на сучасних відкритих онлайн-курсах, то зможуть самостійно здобувати нові знання і оволодіти новими компетентностями для того, щоб бути конкурентоспроможними на ринку праці.



В Україні постійно проводиться моніторинг освіти у різних країнах Європи, США та інших.

Порівняльний аналіз кількості кредитів відповідних навчальних планів ЗВО:

дані 1 - Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна
ОПП Математика та інформатика [ХНУ],

дані 2 - Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
ОПП Математика та інформатика [УДПУ],

дані 3 - Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
ОПП Математика [ПНУ],

дані 4 - Львівський національний університет імені Івана Франка
ОПП Математика (дані 4) [ЛНУ],

дані 5 - Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
ОПП Математика та інформатика [ВДПУ],

дані 6 - Український державний університет імені Михайла Драгоманова
ОПП Математика, додаткова спеціальність 014 Середня освіта (фізика), 014 Середня освіта (інформатика) [УДУ],

дані 7 - Університет Марії Склодовської-Кюрі
Математика педагогічна [УМСК].

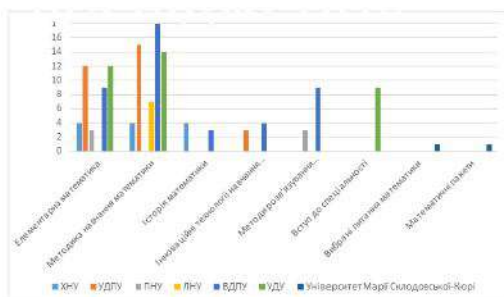
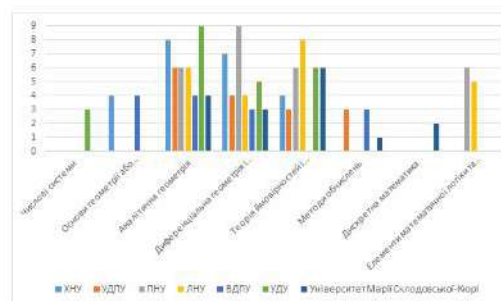
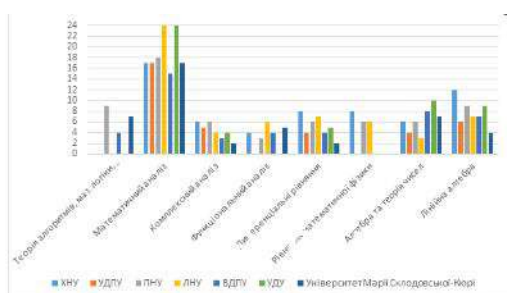


Рис. 1. Порівняльний аналіз навчальних планів підготовки майбутнього вчителя математики (СВО бакалавр, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика) і Математика педагогічна)

Методами математичної статистики порівнюємо однорідність навчальних планів підготовки бакалавра галузі знань 01 Освіта / Педагогіка предметної спеціальності 014.04 Середня освіта (Математика) – вчителя математики та інформатики в Українському державному університеті імені Михайла Драгоманова (м. Київ, Україна) й Вінницькому державному педагогічному університеті імені Михайла Коцюбинського (м. Вінниця, Україна). Для перевірки гіпотези про однорідність цих навчальних планів використаємо F – критерій Фішера та t – критерій Стьюдента для двох незв'язаних вибірок.

Нульова гіпотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ (μ_1 не відрізняється від μ_2) полягає у тому, що різниця між середніми значеннями двох вибірок (статистично)

дорівнює нулеві, тобто відмінності між навчальними планами підготовки вказаних вище здобувачів вищої освіти в Українському державному університеті імені Михайла Драгоманова та Вінницькому державному педагогічному університеті імені Михайла Коцюбинського відсутні. Альтернативна гіпотеза $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$ (μ_1 відрізняється від μ_2) свідчить про те, що різниця відмінна від нуля, тобто йдеться про значимість відмінностей у вказаних навчальних планах, яка оцінюється рівнем значущості – ймовірністю того, що відмінності вважаються суттєвими.

Перевірка статистичних гіпотез		
Заклади освіти	ВДПУ імені Михайла Коцюбинського	Український Державний Університет імені Михайла Драгоманова
014.04 Математика		
Об'єкт: навчальні дисципліни циклу загальної та професійної підготовки (порівнюються кількості кредитів)		
Середні: \bar{X}_1, \bar{X}_2	4,67	4,96
Дисперсії: s_1^2, s_2^2	23,19	37,43
n	24	24
за F-критерієм Фішера		
$F_{\text{факт}} =$	1,614	
$F_{0,05} =$	3,042	$\alpha = 0,01$
$F_{0,95} =$	0,329	
$p_{\text{факт}} =$	12,9%	
Для $\alpha = 0,01$ критичні значення $F_{0,05} = 3,042$ і $F_{0,95} = 0,329$. Оскільки значення $F_{\text{факт}} = 1,614$ не знаходиться в жодній критичній зоні ($F_{0,05} < F_{\text{факт}} < F_{0,95}$), приймається нульова гіпотеза H_0 . Тому немає підстав стверджувати про те, що показники дисперсій відрізняються одне від одного.		
Нульова гіпотеза H_0 приймається за умови $p_{\text{факт}} > \alpha$. Для $\alpha = 0,01$ (1%) ця умова виконується: $12,9\% > 1\%$. Це значить, що нульова гіпотеза H_0 повинна бути прийнята, як це було зроблено вище.		
за t-критерієм Стьюдента для незалежних вибірок		
$t_{\text{факт}} =$	0,184	
$t_{0,95} =$	2,687	$\alpha = 0,05$
$t_{0,05} =$	2,687	
$p_{\text{факт}} =$	85,52%	
Оскільки $t_{\text{факт}} < t_{0,05}$, тобто $0,184 < 2,687$ нульова гіпотеза H_0 приймається на рівні значущості 0,01. Таким чином, на рівні значущості 0,01 відсутні підстави стверджувати про неоднорідність незалежних вибірок. Проте слід мати на увазі, що статистика критерію Стьюдента перевіряє не збіг функцій розподілу вибірок, а збіг характеристик випадкових величин – математичних очікувань.		
Перевірку гіпотез можна провести шляхом визначення ймовірності $p_{\text{факт}}$. Якщо $p_{\text{факт}} < \alpha$, нульова гіпотеза H_0 відхиляється. Як бачимо, ця умова не виконується: $85,52\% > 1\%$, а це означає, що нульова гіпотеза H_0 повинна бути прийнята.		



Як бачимо статистично значущі відмінності відсутні між навчальними планами підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю 014.04 Середня освіта (Математика) в обох університетах. Це є запорукою мобільності студентів в їхній освітній траєкторії, забезпечує формування загальних і професійних компетентностей майбутніх фахівців незалежно від місця навчання. Інакше закладу вищої освіти, в навчальних планах якого є суттєві відмінності від складових підготовки в інших профільних установах надання освітніх послуг виникне необхідність проаналізувати розроблену ним освітньо-професійну програму з метою вироблення подальшої взаємоузгодженої стратегії форсайтингу процесу підготовки майбутніх фахівців: планування,

моделювання, стандартизації, фундаменталізації та верифікації.

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. Barré R., Keenan M. Revisiting foresight rationales: What lessons from the social sciences and humanities? In C. Cagnin, M. Keenan, R. Johnston, F. Scapolo, R. Barré (Eds.), *Future-oriented technology analysis*. 2008. pp. 41–52. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68811-2_4

2. 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-zbirn-du.at.ua/2020_1/30.pdf.

3. 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). pp. 5-15.

Oleksandr Mosiiuk*, Ph.D.

*Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine
e-mail: mosxandrwork@gmail.com

THE CREATION AND VISUALIZATION OF 3D MODELS PRACTICE: AS ONE OF THE IMPORTANT ASPECTS OF TRAINING DIGITAL TECHNOLOGY SPECIALISTS

Abstract. In the presented scientific publication, the author reveals the importance of educational practice in the creation and visualization 3D models to train digital technology specialists. In particular, essential aspects of creating tasks are described in the paper. The author also describes the issues of studying the principles of polygonal modeling and choosing the necessary software.

Key words and phrases: educational practice, three-dimensional modeling, polygonal modeling, 3D graphics editors.

Розуміння процесів створення графічного контенту за допомогою технологій тривимірної графіки є важливою частиною підготовки фахівців не

тільки з цифрових технологій, а й архітекторів, дизайнерів, мультиплікаторів, інженерів тощо. Це пояснюється тим, що сфери, де використовуються віртуальні 3D моделі, є надзвичайно важливими для сучасного суспільства. Звичайно, в еру лавиноподібного розвитку систем штучного інтелекту автоматизація значної частини кроків створення просторових моделей об'єктів набуває все більшого значення, проте все ж етапи, які відповідають за концептуальну ідею майбутнього проекту залишатимуться прерогативою людини. Саме тому в процесі підготовки майбутніх фахівців, вище зазначених професій, важливим є набуття ними компетенцій, необхідних для ефективного використання програм для створення відповідного контенту.

Одним із важливих напрямів удосконалення умінь та навичок при роботі з засобами створення цифрових тривимірних моделей, їх текстурування, анімації та візуалізації, є навчальна практика. За час її проходження студенти мають можливість освоїти сучасні підходи до розробки віртуальних 3D об'єктів відповідно до стандартів індустрії комп'ютерної графіки. З цією метою варіанти завдань розробляються із врахуванням тенденцій розвитку цифрових технологій. Зокрема, за їх основу вибираються матеріали, які представлені на платформах Dribbble [1] або ж Behance [2], де провідні спеціалісти галузі викладають свої напрацювання. Такий підхід дозволяє продемонструвати студентам приклади найкращих робіт та мотивувати їх удосконалювати свої вміння.

Вправи підібрані таким чином, щоб охопити й максимально удосконалити необхідні компетенції для створення проекту з 3D графіки. Зокрема, студенти мають відпрацювати навички полігонального моделювання, створення тривимірної сцени, налаштування віртуальних джерела світла та камер для візуалізації всієї сцени, загальних методів генерації реалістичних матеріалів та текстур, параметрів рендеру остаточного зображення. Також, за

умови наявності необхідних обчислювальних потужностей, важливим є розгляд тем, пов'язаних з анімацією.

При докладному опануванні принципів полігонального моделювання важлива увага приділяється підходам до створення геометричної форми фігури. Тут студентам варто детально пояснити сутність процесу «блокінгу» для формування силуетних обрисів майбутньої 3D моделі, а також розкрити важливі рекомендації, що до формування коректної полігональної сітки при високодеталізованому моделюванні. Окремо необхідно наголошувати на важливості розробки цифрових віртуальних об'єктів за завчасно підготовленими «референсами» (зазвичай це графічні 2D матеріали, які містять основні проєкції об'єкта, а також його зображення у перспективі, що дають додаткову інформацію про форму предмета).

Серед програмного забезпечення варто використовувати вільнопоширюваний редактор тривимірної графіки Blender [5] або «умовний стандарт» для студій, що спеціалізуються на розробці 3D контенту – Maya [4]. Обидва програмні засоби є представниками класичного полігонального моделювання, а тому отримані знання та напрацювання можуть бути адаптовані і для інших комплексів 3D графіки.

Ще одним напрямом побудови навчального процесу під час практики є використання систем автоматизованого проєктування, зокрема такого як Autodesk Fusion 360 [3] або ж його вільнопоширюваного аналогу – FreeCAD [6]. У такому разі на заняттях більшою мірою варто приділити увагу концепціям параметричного й твердотільного моделювання, технологіям 3D друку і реалізації персональних студентських STEM проєктів.

Підсумовуючи зауважимо, що запропоноване бачення організації навчального процесу під час навчальної практики зі створення та візуалізації цифрових 3D моделей є ще одним поглядом на вивчення предмета у вищому закладі освіти. Представлені матеріали можуть бути використані педагогами-

практиками при розробці власних навчальних курсів та факультативних занять з цієї тематики.

Подальші наукові пошуки вбачаються у напрацюванні методичних матеріалів, які дозволять поєднати генерацію навчального 3D контенту та можливості застосування технологій віртуальної і доповненої реальності в освітньому процесі.

References

1. Онлайн платформа Dribbble : веб-сайт. URL: <https://dribbble.com/> (дата звернення: 08.05.2023).
2. Онлайн платформа Behance : веб-сайт. URL: <https://www.behance.net/> (дата звернення: 08.05.2023).
3. Офіційний сайт Autodesk Fusion 360 : веб-сайт. URL: <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview?term=1-YEAR&tab=subscription> (дата звернення: 08.05.2023).
4. Офіційний сайт Autodesk Maya : веб-сайт. URL: <https://www.autodesk.com/products/maya/overview?term=1-YEAR&tab=subscription&plc=MAYA> (дата звернення: 08.05.2023).
5. Офіційний сайт Blender : веб-сайт. URL: <https://www.blender.org/> (дата звернення: 08.05.2023).
6. Офіційний сайт FreeCAD : веб-сайт. URL: <https://www.freecad.org/index.php> (дата звернення: 08.05.2023).

Mykola Pratsiovytyi, Dr. Sc.

Olha Bondarenko

Iryna Lysenko, Ph. D.

Sofiiia Ratushniak, Ph. D.

Ukrainian State Dragomanov University, Institute of Mathematics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

e-mails: prats4444@gmail.com, o.i.bondarenko@udu.edu.ua,

iryna.pratsiovyta@gmail.com, ratush404@gmail.com

INFINITE-SYMBOLIC Φ -IMAGE OF THE FRACTIONAL PART OF A REAL NUMBER IN THE PROBLEMS OF FUNCTION THEORY, PROBABILITY THEORY AND FRACTAL ANALYSIS

Abstract. The talk is devoted to infinite-symbol encoding of numbers of interval $(0; 1)$ with alphabet $Z = \{0, +1, +2, \dots\}$ and base $\tau = \frac{\sqrt{5}-1}{2}$ and its applications in the theory of functions

with a complicated local structure and fractal properties as well as in the theory of distributions of singular random variables and fractal analysis of probability measures.

Key words and phrases: Φ -representation, cylinder, Cantor type function, quasi-Cantor type function, continuous nowhere monotonic function, function of unbounded variation, Lebesgue structure of a function (measure).

Φ -зображення. Нехай $A = Z = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ алфавіт (набір цифр), $L = A \times A \times \dots$ простір послідовностей елементів алфавіту; $\tau = \frac{\sqrt{5}-1}{2}$ – «золоте» відношення, а саме – додатній корінь рівняння $x^2 + x - 1 = 0$.

Для будь-якого числа $x \in (0; 1)$ існує єдиний скінченний набір цілих чисел $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m)$ або єдина послідовність $(\alpha_n) \in L$ такі, що

$$x = b_{\alpha_1} + \sum_{k=2}^m (b_{\alpha_k}) \prod_{i=1}^{k-1} \theta_{\alpha_i} \equiv \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_m}^{\Phi}(\Theta), \quad (1)$$

$$x = b_{\alpha_1} + \sum_{k=2}^m (b_{\alpha_k}) \prod_{i=1}^{k-1} \theta_{\alpha_i} \equiv \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n \dots}^{\Phi} \quad (2)$$

де $\Theta_n = \Theta_{-n} = \tau^{3+|n|}$, $b_n = \sum_{i=-\infty}^{n-1} \Theta_i = \begin{cases} \tau^{2-n}, & \text{якщо } n \leq 0, \\ 1 - \tau^{n+1}, & \text{якщо } n \geq 0. \end{cases}$

Зауважимо, що $\tau^{2k+1} = u_{2k+1} \cdot \tau - u_{2k}$, $\tau^{2k} = u_{2k-1} - u_{2k} \cdot \tau$, $k \in \mathbb{N}$, де u_n – n -й член послідовності Фібоначчі: $u_1 = 1, u_2 = 1, u_{n+2} = u_{n+1} + u_n$.

Означення 1. Розклад числа x в суму (1) або (2) називається його Φ -представленням, а символічний запис $\Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_m}^{\Phi}(\Theta)$ або $\Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n \dots}^{\Phi}$ – його Φ -зображенням (скінченним або нескінченним відповідно). При цьому u_n називається n -ою цифрою цього Φ -зображення.

З єдності Φ -зображення числа випливає, що цифра $\alpha_n = \alpha_n(x)$ Φ -зображення числа $x \in (0; 1)$ є коректно означеною функцією числа, що зображується.

Означення 2. Множина $\Delta_{c_1 \dots c_m}^{\Phi}$ всіх чисел $x \in (0; 1)$, що мають скінченне або нескінченне Φ -зображення з першими m -цифрами c_1, c_2, \dots, c_m відповідно, тобто $\Delta_{c_1 \dots c_m}^{\Phi} = \{x: x = \Delta_{c_1 \dots c_m \alpha_{m+1} \dots \alpha_n}^{\Phi}(\Theta), x = \Delta_{c_1 \dots c_m \beta_1 \beta_2 \dots}^{\Phi}, (\beta_n) \in L\}$ називається циліндром рангу m з основою $c_1 \dots c_m$.

Безпосередньо з означення випливають такі властивості циліндрів:

$$\Delta_{c_1 \dots c_m}^\Phi \subset \Delta_{c_1 \dots c_m}^\Phi; \Delta_{c_1 \dots c_m}^\Phi = \bigcup_{i=-\infty}^{\infty} \Delta_{c_1 \dots c_m}^\Phi i$$

1. Порядок слідування циліндрів: $\sup \Delta_{c_1 \dots c_m}^\Phi = \min \Delta_{c_1 \dots c_{m-1}}^\Phi [c_m + 1]$.
2. Циліндр $\Delta_{c_1 \dots c_m}^\Phi$ є піввідрізком $[a; d)$ з кінцями:

$$a = b_{c_1} + \sum_{k=2}^m b_{c_k} \prod_{i=1}^{k-1} \Theta_{c_i} = \Delta_{c_1 \dots c_m}^\Phi(\emptyset), \quad d = a + \prod_{i=1}^m \Theta_{c_i} = \Delta_{c_1 \dots c_{m-1}}^\Phi [c_m + 1](\emptyset),$$

3. Довжина циліндра: $|\Delta_{c_1 \dots c_m}^\Phi| = \prod_{i=1}^m \Theta_{c_i}; \Delta_{c_1 \dots c_m}^\Phi i - \Theta_i |\Delta_{c_1 \dots c_m}^\Phi|$.
4. $\forall (c_m) \in L: \bigcap_{m=1}^{\infty} \Delta_{c_1 \dots c_m}^\Phi = \Delta_{c_1 \dots c_m}^\Phi$.

Зауважимо, що циліндри задають систему подрібнюючи розбиттів інтервалу $(0; 1)$ і розкривають геометрію Φ -зображення чисел.

Нехай $\|p_{ik}\|$ – нескінченна матриця ($i \in \mathbb{Z}, k \in \mathbb{N}$), елементами якої є дійсні числа і при цьому виконуються умови:

$$1) \quad |p_{ik}| < 1 \quad \forall i \in \mathbb{Z}, \forall k \in \mathbb{N}; \quad 2) \quad \sum_{i \in \mathbb{Z}} p_{ik} = 1 \quad \forall k \in \mathbb{N};$$

$$3) \quad 0 < \sum_{k=2}^{\infty} \prod_{j=1}^{k-1} p_{i_j} < \infty \quad \forall (i_j) \in L; \quad 4) \quad 0 < \sigma_{ik} = \sum_{j=-\infty}^{i-1} p_{jk} < 1 \quad \forall i \in \mathbb{Z}, \forall k \in \mathbb{N}.$$

Означення 3. *Означимо функцію f на множині $(0; 1)$ рівностями*

$$\begin{cases} f(x = \Delta_{i_1 \dots i_k}^\Phi) = \sigma_{i_1 1} + \sum_{k=2}^m \sigma_{i_k k} \prod_{j=1}^{k-1} p_{i_j j} \equiv \Delta_{i_1 \dots i_k}^\Phi \\ f(x = \Delta_{i_1 \dots i_m}^\Phi(\emptyset)) = \sigma_{i_1 1} + \sum_{k=2}^m \sigma_{i_k k} \prod_{j=1}^{k-1} p_{i_j j} \equiv \Delta_{i_1 \dots i_m}^\Phi(\emptyset) \end{cases} \quad (3)$$

Лема 1. *Для будь-якої послідовності $(i_k) \in L$ частинні суми $S_n = \sigma_{i_1 1} + \sum_{k=2}^n \sigma_{i_k k} \prod_{j=1}^{k-1} p_{i_j j}$ ряду (3) є додатними і не перевищують 1.*

Наслідок 1. *Множина D_f значень функції f належить відріzkу $[0; 1]$.*

Теорема 1. *Функція f неперервна в кожній точці області визначення.*

Лема 2. *Якщо $p_{c_m} = 0$, то функція f на кожному циліндрі $\Delta_{c_1 c_2 \dots c_{m-1} c}^\Phi$ є сталою. Якщо $p_{c_i} \neq 0$, де $i = \overline{1, m}$, то на циліндрі $\Delta_{c_1 c_2 \dots c_m}^\Phi$ функція має: 1) додатний приріст, коли $\prod_{i=1}^m p_{c_i} > 0$; 2) від'ємний, коли $\prod_{i=1}^m p_{c_i} < 0$.*

Наслідок 2. Приріст $\mu_f(\Delta_{c_1 c_2 \dots c_m}^\Phi) \equiv f(d) - f(a)$ функції f на циліндрі $\Delta_{c_1 c_2 \dots c_m}^\Phi = [a; d)$ обчислюється за формулою $\mu_f(\Delta_{c_1 c_2 \dots c_m}^\Phi) = \prod_{i=1}^m p_{c_i}$.

Наслідок 3. Якщо $p_{ik} > 0$ для будь-яких $i \in \mathbb{Z}$, $\forall k \in \mathbb{N}$ і матриця $\|p_{ik}\|$ не має від'ємних елементів, то f – функція розподілу на відрізку $[0; 1]$.

Наслідок 4. Якщо серед елементів матриці $\|p_{ik}\|$ немає нулів та від'ємних елементів, то функція f є строго зростаючою функцією розподілу.

Теорема 2. Міра Лебега множини S_f несталості (доповнення до об'єднання інтервалів сталості) обчислюється за формулою:

$$\lambda(S_f) = \prod_{k=1}^{\infty} \frac{\lambda(F_k)}{\lambda(F_{k-1})} = \prod_{k=1}^{\infty} \left(1 - \frac{\lambda(\overline{F_k})}{\lambda(F_{k-1})}\right) = \prod_{k=1}^{\infty} (1 - W_k),$$

(4)

де $F_0 = [0; 1]$, F_k – об'єднання всіх Φ -циліндрів рангу k , які містять циліндри вищих рангів з ненульовими приростами $F_k \equiv F_{k-1} \setminus F_k$, $W_k = \sum_{i: p_{ik}=0} \Theta_{ik}$.

Наслідок 5. $\lambda(S_f) = 0 \Leftrightarrow \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\lambda(\overline{F_k})}{\lambda(F_k)} = \sum_{k=1}^{\infty} W_k = -\infty$.

Теорема 3. Функція f є сингулярною функцією канторівського типу тоді і тільки тоді, коли $\sum_{k \in \mathbb{Z}} W_k = -\infty$.

Теорема 4. Якщо $f(x)$ – функція канторівського типу, а X – випадкова величина, рівномірно розподілена на $[0; 1]$, то випадкова величина $Y = f(X)$ має чисто дискретний розподіл, атомами якого є кожна з точок виду

$$y = f(\Delta_{c_1 \dots c_{m-1} i}^\Phi), \text{ де } p_{c_k k} \neq 0, k = \overline{1, m-1}, p_{im} = 0, \quad (5)$$

маса атома якої дорівнює довжині Φ -циліндра $|\Delta_{c_1 \dots c_{m-1} i}^\Phi| = \Theta_i \prod_{j=1}^{m-1} \Theta_{c_j}$.

Теорема 5. Якщо f – функція квазіканторівського типу, а X – випадкова величина, рівномірно розподілена на $[0; 1]$, то розподіл випадкової величини $Y = f(X)$ є сумішшю дискретного і неперервного розподілів. Його початковий спектр утворюють всі точки виду (5).

Теорема 6. Функція f є ніде не монотонною тоді і лише тоді, коли серед елементів матриці $\|p_{ik}\|$ немає нулів і нескінченна кількість її стовпців містять від'ємні елементи.

Лема 3. Функція f свого найбільшого і найменшого значення на Φ -циліндрі набуває на його кінцях.

Теорема 7. Варіація $V_0^1(f)$ функції f на інтервалі $(0; 1)$ обчислюється за формулою $V_0^1(f) = \prod_{i=m}^{\infty} V_m$, де $V_m = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} |p_{im}|$, зокрема функція f має необмежену варіацію тоді і лише тоді, коли $\sum_{k=1}^{\infty} (1 - V_k) = -\infty$.

Наслідок 7. Якщо всі стовпці матриці $\|p_{ik}\|$ однакові і функція f є ніде не монотонною, то вона має необмежену варіацію.

Наслідок 8. Якщо нескінченна кількість стовпців у матриці $\|p_{ik}\|$ містять нульові елементи і при цьому $\sum_{k=1}^{\infty} (1 - V_k) = -\infty$, то f є функцією необмеженої варіації, яка не має проміжків монотонності окрім проміжків сталості.

References

1. M.V. Pratsiovytyi, Fractal approach to investigation of singular probability distributions, National Pedagogical University, Kyiv, 1998. (in Ukrainian)
 2. M.V. Pratsiovytyi, Two-symbol system of encoding of real numbers and its applications, Acad. Book Proj., Nauk. Dumka, Kyiv, 2013 (in Ukrainian).
 3. O.M. Baranovskyi, M.V. Pratsiovytyi, G.M. Torbin, Ostrogradsky–Sierpiński–Pierce series and their applications, Acad. Book Proj., Nauk. Dumka, Kyiv, 2013 (in Ukrainian).
-

SECTION 1. MODERN PROBLEMS OF MATHEMATICS

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 EXISTENCE OF SOLITARY TRAVELING WAVES IN FERMI-PASTA- ULAM TYPE SYSTEMS ON 2D-LATTICE

Abstract. We consider the Fermi-Pasta-Ulam type systems with saturable nonlinearities that describes an infinite systems of particles on a two dimensional lattice. The main result concerns the existence of solitary traveling waves solutions with vanishing relative displacement profiles. By means of critical point theory, we obtain sufficient conditions for the existence of such solutions.

Key words and phrases: traveling waves, Fermi-Pasta-Ulam type systems, 2D-lattice, saturable nonlinearities, critical point theory.

Recently, considerable attention has been paid to models that are discrete in the spatial variables. Among the equations that describe such models, the most famous are the Discrete Nonlinear Schrödinger type equations, the Discrete Sine-Gordon type equations, the equations of chains of oscillators and the Fermi-Pasta-Ulam type systems. Such equations are of interest in view of numerous applications in physics. Among the solutions of such systems, traveling waves deserve special attention.

We study the Fermi-Pasta-Ulam type systems that describes the dynamics of an infinite systems of nonlinearly coupled particles on a two dimensional lattice. Let $q_{n,m} = q_{n,m}(t)$ be a generalized coordinate of the (n,m) -th particle at time t . It is assumed that each particle interacts nonlinearly with its four nearest neighbors. The equations of motion of the system considered are of the form

$$\ddot{q}_{n,m}(t) = W_1'(q_{n+1,m}(t) - q_{n,m}(t)) - W_1'(q_{n,m}(t) - q_{n-1,m}(t)) + W_2'(q_{n,m+1}(t) - q_{n,m}(t)) - W_2'(q_{n,m}(t) - q_{n,m-1}(t)), (n,m) \in \mathbb{Z}^2, \quad (1)$$

where $W_1, W_2 \in C^1(\mathbb{R}; \mathbb{R})$ are interaction potentials.

In contrast to the previous results (see [2] and [3]), we study system (1) with saturable nonlinearities which means that at infinity $W_i'(r)$ growth as $const \cdot r$, i.e. $W_i(r)$ are asymptotically quadratic at infinity ($i=1,2$). Note that in [4] and [6] such nonlinearities are considered.

A traveling wave solution of Eq. (1) is a function of the form

$$q_{n,m}(t) = u(n \cos \varphi + m \sin \varphi - ct), \quad (2)$$

where the profile function $u(s)$ of the wave, or simply profile, satisfies the equation

$$c^2 u''(s) = W_1'(u(s + \cos \varphi) - u(s)) - W_1'(u(s) - u(s - \cos \varphi)) + W_2'(u(s + \sin \varphi) - u(s)) + W_2'(u(s) - u(s - \sin \varphi)), \quad (3)$$

where $s = n \cos \varphi + m \sin \varphi - ct$.

In what follows, a solution of Eq. (3) is understood as a function $u(s)$ from the space $C^2(\mathbb{R}; \mathbb{R})$ satisfying Eq. (3) for all $s \in \mathbb{R}$.

We consider two types of solutions: periodic and solitary traveling waves. In the first case profile satisfies the following periodicity condition

$$u'(s + 2k) = u'(s), \quad (4)$$

where $k > 0$ is a real number. Note that the profile of such wave is not necessarily periodic. In the second case profile satisfies the following condition

$$\lim_{s \rightarrow \pm\infty} u'(s) = u'(\pm\infty) = 0, \quad (5)$$

i.e., the relative displacement profiles

$$r_1^\pm(s) = \int_s^{s \pm \cos \varphi} u'(\tau) d\tau, \quad r_2^\pm(s) = \int_s^{s \pm \sin \varphi} u'(\tau) d\tau$$

vanish at infinity.

We always assume that

(i) $W_i(r) = \frac{c_i^2}{2} r^2 + f_i(r)$, where $c_i \in \mathbb{R}$, $f_i \in C^1(\mathbb{R})$, $f_i(0) = f_i'(0) = 0$ and

$f_i'(r) = o(r)$ as $r \rightarrow 0$, $i = 1, 2$;

(ii) there exists a finite limit $\lim_{r \rightarrow \pm\infty} \frac{f_i'(r)}{r} = l$ and the functions $g_i(r) = f_i'(r) - l$ are bounded ($i = 1, 2$);

(iii) $f_i(r) \geq 0$ for all $r \in \mathbb{R}$ and for every $r_0 > 0$ there exists $\delta_0 = \delta_0(r_0) > 0$ such that $\frac{1}{2} r f_i'(r) - f_i(r) \geq \delta_0$ for $|r| \geq r_0$ ($i = 1, 2$).

The important role is played by the quantity defined by the equality

$$c_0 = c_0(\varphi) := \sqrt{c_1^2 \cos^2 \varphi + c_2^2 \sin^2 \varphi}.$$

Let E_k be the Hilbert space defined by

$$E_k = \{u \in H_{loc}^1(\mathbb{R}) : u'(s + 2k) = u'(s), u(0) = 0\}$$

with the scalar product

$$(u, v) = \int_{-k}^k u'(s)v'(s) ds.$$

On E_k we introduce the functional

$$J_k(u) = \int_{-k}^k \left[\frac{c^2}{2} (u'(s))^2 - \frac{c_1^2}{2} (Au(s))^2 - \frac{c_2^2}{2} (Bu(s))^2 - f_1(Au(s)) - f_2 Bu(s) \right] ds,$$

where

$$(Au)(s) := u(s + \cos \varphi) - u(s) = \int_s^{s+\cos \varphi} u'(\tau) d\tau,$$

$$(Bu)(s) := u(s + \sin \varphi) - u(s) = \int_s^{s+\sin \varphi} u'(\tau) d\tau.$$

The critical points of the functional J_k are solutions of Eq. (3) satisfying (4).

Their existence is established in the paper [1].

Let E be the Hilbert space defined by

$$E = \{u \in H_{loc}^1(\mathbb{R}) : u' \in L^2(\mathbb{R}), u(0) = 0\}$$

with the scalar product

$$(u, v) = \int_{-\infty}^{+\infty} u'(s)v'(s)ds .$$

Note that the condition $u' \in L^2(\mathbb{R})$ in the definition of E corresponds to the condition (5) and the condition $u(0) = 0$ is meaningful because every element of $H_{loc}^1(\mathbb{R})$ is a continuous function.

On E we introduce the functional

$$J(u) = \int_{-\infty}^{+\infty} \left[\frac{c^2}{2} (u'(s))^2 - \frac{c_1^2}{2} (Au(s))^2 - \frac{c_2^2}{2} (Bu(s))^2 - f_1(Au(s)) - f_2 Bu(s) \right] ds.$$

Any critical point of the functional J is a solution of Eq. (3) satisfying (5). In a sense, the case of solitary waves is a limit case of the periodic waves. Therefore, solitary waves were constructed by considering critical points of the functional J_k and then passing to the limit as $k \rightarrow \infty$.

The main result is the following theorem.

Theorem 1 ([5]). *Assume (i) – (iii). If $\varphi \in \left[\pi n, \frac{\pi}{2} + \pi n \right]$, $n \in \mathbb{Z}$, and $c_0^2 < c^2 < c_0^2 + l$,*

then Eq. (3) has a non-constant non-decreasing and non-increasing solutions satisfying (5).

References

1. Bak S. M., Kovtonyuk G. M. Existence of periodic traveling waves in Fermi–Pasta–Ulam type systems on 2D–lattice with saturable nonlinearities. *Journal of Mathematical Sciences*. 2022. Vol. 260, № 5 (February). P. 619-629.
2. Bak S. M., Kovtonyuk G. M. Existence of solitary traveling waves in Fermi-Pasta-Ulam system on 2D lattice. *Matematychni Studii*. 2018. Vol. 50, № 1. P.75-87.
3. Bak S. M., Kovtonyuk G. M. Existence of traveling waves in Fermi–Pasta–Ulam type systems on 2D–lattice. *Journal of Mathematical Sciences*. 2021. Vol. 252, № 4 (January). P. 453-462.
4. Bak S. M., Kovtonyuk G. M. Existence of standing waves in DNLS with saturable nonlinearity on 2D lattice. *Communications in Mathematical Analysis*. 2019. Vol. 22, № 2. P. 18–34.
5. Bak S. M., Kovtonyuk G. M. Existence of traveling solitary waves in Fermi–Pasta–Ulam type systems on 2D–lattice with saturable nonlinearities. *Journal of Mathematical Sciences*. 2023. Vol. 270, № 3 (February). P. 397-406.
6. Pankov, A., Rothos, V. Traveling waves in Fermi–Pasta–Ulam lattices with saturable nonlinearities. *Discr. Cont. Dyn. Syst.* 2011. Vol. 30, № 3. P. 835-840.

Kateryna Heseleva, Ph. D.

Kamianets-Podilskyi Ivan Ohiienko National University, Kamianets-Podilskyi,
Ukraine

e-mail: heseleva@kpnu.edu.ua

COLLOCATION-ITERATIVE METHOD OF SOLVING ONE TYPE OF INTEGRO-FUNCTIONAL EQUATION

Abstract. The application of the collocation-iterative method of constructing an approximate solution of a separate type of integro-functional equation is considered. Several sufficient convergence conditions are obtained, the computational algorithm of the method is constructed.

Key words and phrases: collocation-iterative method, integro-functional equation, approximate solution.

У просторі $L_2[a, b]$ розглядаємо інтегро-функціональне рівняння вигляду

$$y(x) = f(x) + p(x)y(h(x)) + \int_a^b K(x, t)y(t)dt + \int_a^b H(x, t)y(h(t))dt, x \in [a, b], \quad (1)$$

з умовою

$$y(x) = \psi(x), x \notin [a, b], \quad (2)$$

де $f(x), \psi(x)$ – задані відповідно на $[a, b]$ та за його межами функції, а $y(x)$ – шукана функція.

Щодо функцій $h(x), p(x), K(x, t)$ та $H(x, t)$ припускаємо, що вони, відповідно на проміжку $[a, b]$ й у квадраті $[a, b]^2$ задовольняють умови:

$$|p(x)| \leq \bar{p} < \infty, \quad (3)$$

$h(x)$ – неперервно-диференційовна на $[a, b]$ і

$$h'(x) \geq l > 0, x - h(x) \geq \Delta > 0, \quad (4)$$

$$\int_a^b \int_a^b K^2(x, t) dx dt = K^2 < \infty, \quad (5)$$

$$\int_a^b \int_a^b H^2(x, t) dx dt = H^2 < \infty. \quad (6)$$

Слід зауважити, що до рівняння (1) з умовою (2) зводиться крайова задача для диференціального рівняння з відхиленням аргументу, причому у випадку, коли $h(x) = x - \Delta$, $\Delta > 0$, запізнення аргументу Δ – стале.

Рівняння (1) з виконанням умови (2) та умов (3)-(6) можна звести до лінійного інтегро-функціонального рівняння вигляду

$$y(x) = g(x) + p(x)y(h(x)) + \int_a^b T(x,t)y(t)dt, \quad (7)$$

з умовою (2). Такі рівняння стосовно застосування до них колокаційно-ітеративного методу [2,5,6] досліджуються у працях [1,3,4].

Ідея колокаційно-ітеративного методу стосовно вихідного рівняння (1) з умовою (2) полягає в тому, що наближені розв'язки знаходимо за формулами:

$$y_k(x) = f(x) + p(x)z_k(h(x)) + \int_a^b K(x,t)z_k(t)dt + \int_a^b H(x,t)z_k(h(t))dt, \quad x \in [a,b], \quad (8)$$

$$y_k(x) = \psi(x), \quad x \notin [a,b], \quad k = 1, 2, \dots \quad (9)$$

$$z_k(x) = y_{k-1}(x) + w_k(x), \quad (10)$$

$$w_k(x) = \sum_{j=1}^n a_j^k \varphi_j(x), \quad j = \overline{1, n}, \quad (11)$$

де $\{\varphi_j(x)\}_{j=1}^n$ – задана на $[a,b]$ система лінійно-незалежних функцій. Невідомі коефіцієнти a_j^k знаходимо з умови

$$y_k(x_i) - y_{k-1}(x_i) = 0, \quad i = \overline{1, n}, \quad (12)$$

де $x_i \in [a,b]$ – вузли колокації. Слід зауважити, що умови (12) приводять до системи лінійних алгебраїчних рівнянь вигляду

$$\sum_{j=1}^n \beta_{ij} a_j^k = b_i^k, \quad i, j = \overline{1, n}, \quad k = 1, 2, \dots \quad (13)$$

Якщо система (13) має єдиний розв'язок, то за допомогою колокаційно-ітеративного методу (8)-(12) наближені розв'язки $y_k(x)$ будуються однозначно

(за початкове наближення $y_0(x)$ беремо деяку неперервну функцію). За наближення до шуканого розв'язку можна взяти як функцію $y_k(x)$ так і функцію $z_k(x)$.

Крім методу (8)-(12) побудовано також обчислювальну схему цього методу, яка є більш зручною для безпосередніх обчислень.

Отримано ряд достатніх умов збіжності методу (8)-(12) та оцінки похибок наближень.

Частковим випадком розглянутого колокаційно-ітеративного методу при $w_k(x) \equiv 0, k = 1, 2, \dots$ є метод послідовних наближень, а при $k = 1, j = \overline{1, n}$ отримаємо один варіант методу колокації.

References

1. Геселева К. Г. Колокаційно-ітеративний метод розв'язування інтегро-функціональних рівнянь. *Шістнадцята міжнародна наукова конференція ім. М. Кравчука «Диференціальні та інтегральні рівняння та їх застосування» : матеріали конф., 14-15 трав. 2015 р. / НТУУ «КПІ»*. Київ : КНУУ, 2015. С. 58-60.
2. Геселева К. Г. Наближені методи розв'язування інтегро-функціональних рівнянь : монографія. Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, Кам'янець-Подільський, ФОП Панькова А. С., 2022. 144 с.
3. Геселева К. Г. Колокаційно-ітеративний метод розв'язування лінійних інтегро-функціональних рівнянь. *Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки* : зб. наук. пр. / Ін-т кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України, Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. Івана Огієнка. Кам'янець-Подільський, 2017. Вип. 16. С. 41–48.
4. Геселева К. Г. Побудова наближених розв'язків інтегро-функціональних рівнянь колокаційно-ітеративним методом. *Наукові праці Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка* : зб. за підсумками звіт. наук. конф. викл., докторантів і асп., 4-5 квіт. 2018 р. : вип. 17, у 3 т. Кам'янець-Подільський, 2018. Том 2. С. 38–41.
5. Лучка А.Ю. Проекційно-ітеративні методи. Київ : Наукова думка, 1993. 288 с.
6. Поселюжна В. Б., Семчишин Л. М. Колокаційно-ітеративний метод розв'язування диференціальних та інтегральних рівнянь : монографія. ТНЕУ, Тернопіль : Економічна думка, 2013. 203 с.

Andrii Hromyk*, Ph. D.

Ivan Konet**, Dr. Sc.

Tetiana Pylypiuk***, Ph. D.

*Higher educational institution «Podillia State University», Kamianets-Podilskyi, Ukraine

e-mail: gapon74@gmail.com

**Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

e-mail: konet51@ukr.net

***Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

e-mail: pylypyuk.tetiana@kpnu.edu.ua

PARABOLIC BOUNDARY VALUE PROBLEMS OF MATHEMATICAL PHYSICS IN PIECEWISE HOMOGENEOUS WEDGE-SHAPED CYLINDRICAL-CIRCULAR LAYERS

Abstract. Exact classical solutions of parabolic boundary conditions of mathematical physics in piecewise homogeneous wedge-shaped cylindrical-circular layers are constructed.

Key words and phrases: parabolic equation, initial boundary conditions, conjugate conditions, integral transform, main solutions.

The problem of constructing a classical solution of differential equations with partial derivatives of parabolic type of the 2nd order [1]

$$\frac{\partial^2 u_j}{\partial t} - \left[a_{rj}^2 \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{a_{\varphi j}^2}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} + a_{zj}^2 \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right] u_j + \chi_j^2 u_j = f_j(t, r, \varphi, z);$$

$$r \in I_j; j = \overline{1, n+1}$$

with the corresponding initial boundary conditions and conjugate conditions [2]

$$\left[\left(\alpha_{j1}^k \frac{\partial}{\partial r} + \beta_{j1}^k \right) u_k - \left(\alpha_{j2}^k \frac{\partial}{\partial r} + \beta_{j2}^k \right) u_{k+1} \right]_{r=R_k} = 0;$$

$$j = 1, 2; k = \overline{1, n}$$

is considered.

The solution is bounded on the set

$$D = \{(t, r, \varphi, z) \mid t > 0; r \in I_n^+ = \bigcup_{j=1}^{n+1} I_j \equiv \bigcup_{j=1}^{n+1} (R_{j-1}; R_j); \varphi \in (0; \varphi_0); 0 < \varphi_0 < 2\pi; z \in (-l_1; l_2),$$

$$l_j \geq 0; l_1 + l_2 \neq 0\}$$

The cases of the Dirichlet-Dirichlet, Dirichlet-Neumann, Neumann-Dirichlet and Neumann-Neumann boundary conditions problem on the wedge faces $\varphi = 0$ and $\varphi = \varphi_0$ were analyzed.

As for the interval I_n^+ , we considered such cases:

- 1) $R_0 = 0; R_{n+1} = +\infty$ (layer), [3];
- 2) $R_0 > 0; R_{n+1} = +\infty$ (layer with a cavity), [4].

Integral images of the only exact analytical solutions of the investigated parabolic initial-boundary-value problems of conjugation were obtained by the method of classical and hybrid integral transforms in combination with the method of main solutions (influence matrices and Green's matrices).

The obtained solutions are algorithmic in nature, continuously depend on the parameters and data of the problem and can be used both in further theoretical research and in the practice of engineering calculations of mathematical models of evolutionary processes. For example, these are heat conduction processes in piecewise homogeneous wedge-shaped environments, which are described by a cylindrical coordinate system.

References

1. Samoilenko V.G., Konet I.M. Mathematical Physics Equations. Kyiv: Kyiv University, 2014. 283 p.
2. Konet I.M., Pylypiuk T.M. Parabolic boundary value problems in piecewise homogeneous cylindrical-circular environments. Kamianets-Podilskyi: Abetka-Svit, 2017. 80 p.
3. Gromyk A.P., Konet I.M. and Pylypiuk T.M. Parabolic boundary value problems of mathematical physics in a piecewise homogeneous wedge-shaped cylindrical-circular layer // Nonlinear oscillations, 2021. Vol. 24. № 4. P. 460-472.
4. Gromyk A.P., Konet I.M. and Pylypiuk T.M. Parabolic boundary value problems in a piecewise homogeneous wedge-shaped cylindrical-circular layer with a cavity// Mathematical and computer modelling. Series: Physics and Mathematics: scientific journal / Glushkov Institute of Cybernetics of National Academy of Sciences of Ukraine, Kamianets-Podilsky National Ivan Ohienko University. Kamianets-Podilsky : Kamianets-Podil. Nat. I. Ohienko Un., 2022. Issue 23. P. 14-29.

Uliana Hudyma*, Ph. D.

Vasyl Gnatyuk**, Ph. D.

* Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

e-mail: ulag2107@gmail.com

** Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

e-mail: gnatuk@kpnu.edu.ua

THE PROBLEM OF FINDING OF GENERALIZED STEINER'S POINT FOR THE SEVERAL CLOSED BALLS IN SOME POLYNORMED SPACE RELATIVELY THE SET OF THIS SPACE

Abstract. We consider the problem of finding of generalized Steiner's point for the several closed balls in some polynormed space relatively the set of this space. We obtain the conditions of the existence of an extremal element for this problem, the conditions of the unity of an extremal element and criteria of extremal element.

Key words and phrases: the polynormed space, the Hausdorff distance, the Steiner problem, the existence theorems, the criteria of extremal element.

Нехай X – лінійний над полем дійсних чисел простір, $\|\cdot\|_i$, $i = \overline{1, m}$, – еквівалентні норми, задані на X . Тоді $(X, \|\cdot\|_i, i = \overline{1, m})$ є поліномованим простором. Нехай, крім того, $B_{r_i}(a_i) = \{y \in X : \|y - a_i\|_i \leq r_i\}$ – замкнена куля лінійного нормованого простору $(X, \|\cdot\|_i)$ з центром у точці $a_i \in X$ радіуса $r_i \geq 0$, $i = \overline{1, m}$; $V \subset X$; для $B_{r_i}(a_i)$ та $x \in V$

$$H_i(B_{r_i}(a_i), x) = \max \left\{ \sup_{y \in B_{r_i}(a_i)} \inf_{x \in \{x\}} \|x - y\|_i, \sup_{x \in \{x\}} \inf_{y \in B_{r_i}(a_i)} \|x - y\|_i \right\} -$$

гаусдорфова відстань від $B_{r_i}(a_i)$ до x , $i = \overline{1, m}$.

Поставимо задачу відшукування величини

$$\alpha_V^*(B_{r_i}(a_i), i = \overline{1, m}) = \inf_{x \in V} \sum_{i=1}^m H_i(B_{r_i}(a_i), x). \quad (1)$$

Якщо існує елемент $x^* \in V$, для якого

$$\sum_{i=1}^m H_i(B_{r_i}(a_i), x^*) = \alpha_V^*(B_{r_i}(a_i), i = \overline{1, m}),$$
 то його будемо називати узагальненою

точкою Штейнера замкнених куль $B_{r_i}(a_i)$, $i = \overline{1, m}$, відносно множини V або екстремальним елементом для задачі відшукування величини (1) (екстремальним елементом для величини (1)).

Теорема 1. *Має місце рівність*

$$\alpha_V^*(B_{r_i}(a_i), i = \overline{1, m}) = \inf_{x \in V} \left(\sum_{i=1}^m \|a_i - x\|_i + \sum_{i=1}^m r_i \right). \quad (2)$$

Для того щоб елемент x^* був екстремальним елементом для величини (1), необхідно і достатньо, щоб він був екстремальним елементом (оптимальним розв'язком) задачі відшукування величини

$$\inf_{x \in V} \left(\sum_{i=1}^m \|a_i - x\|_i + \sum_{i=1}^m r_i \right). \quad (3)$$

Нехай τ_i – топологія на X , породжена нормою $\|\cdot\|_i$, $i = \overline{1, m}$. Взнявши до уваги еквівалентність норм $\|\cdot\|_i$, $i = \overline{1, m}$, легко переконатися, що $\tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_m =: \tau$; (X, τ) є гаусдорфовим локально опуклим лінійним топологічним простором; $X^* = X_i^*$, де X^* – простір, спряжений з (X, τ) , а X_i^* – простір, спряжений з простором $(X, \|\cdot\|_i)$, $i = \overline{1, m}$.

Теорема 2. *Цільова функція $\varphi(x) = \sum_{i=1}^m \|a_i - x\|_i + \sum_{i=1}^m r_i$, $x \in X$, задачі відшукування величини (3) є опуклою на X та неперервною на (X, τ) .*

Теорема 3. *Якщо для деякого $i_0 \in \{1, \dots, m\}$ V є замкненою локально компактною множиною простору $(X, \|\cdot\|_{i_0})$, то екстремальний елемент для задачі відшукування величини (1) існує.*

Наслідок 1. Будь-який скінченновимірний простору X є множиною існування екстремального елемента для задачі відшукування величини (1).

Теорема 4. Будь-яка слабо компактна (компактна) множина V простору (X, τ) є множиною існування екстремального елемента для величини (1).

Нехай X^m – m -арний декартів (прямий) добуток лінійного простору X , тобто $X^m = \{x = (x_1, \dots, x_m) : x_i \in X, i = \overline{1, m}\}$, $\|x\|_{X^m} = \|(x_1, \dots, x_m)\|_{X^m} = \|x_1\|_1 + \dots + \|x_m\|_m$. Легко переконатися, що $(X^m, \|\cdot\|_{X^m})$ є лінійним нормованим простором.

Теорема 5. Якщо $(X^m, \|\cdot\|_{X^m})$ є строго нормованим простором і в опуклій множині V екстремальний елемент для величини (1) існує, то цей елемент єдиний.

$$\text{Позначимо через } B_i^* = \left\{ f \in X^* : \|f\|_i = \sup_{\substack{x \in X, \\ x \neq 0}} \frac{f(x)}{\|x\|_i} \leq 1 \right\}.$$

Теорема 6. Нехай в задачі відшукування величини (1) V є опуклою множиною. Тоді має місце співвідношення двоїстості

$$\alpha_V^*(B_{r_i}(a_i), i = \overline{1, m}) = \max \left\{ \sum_{i=1}^m f_i(a_i) - \sup_{x \in V} \left(\sum_{i=1}^m f_i \right)^*(x) : f_i \in B_i, i = \overline{1, m} \right\} + \sum_{i=1}^m r_i.$$

Теорема 7. Нехай в задачі відшукування величини (1) V є опуклою множиною. Для того щоб елемент x^* був екстремальним елементом для величини (1), необхідно і достатньо, щоб існували функціонали $f_i \in X^*$, $i = \overline{1, m}$, такі, що:

- 1) $\|f_i\|_i \leq 1$, $i = \overline{1, m}$, причому в цій нерівності досягається знак рівності для всіх $i \in \{1, \dots, m\}$, таких, що $x^* \neq a_i$;
- 2) $f_i^*(a_i - x^*) = \|a_i - x^*\|_i$, $i = \overline{1, m}$;

$$3) \max_{x \in V} \left(\sum_{i=1}^m f_i^* \right) (x) = \left(\sum_{i=1}^m f_i^* \right) (x^*).$$

Значимо, що окремі результати роботи є узагальненням на випадок задачі (1) результатів, одержаних у працях [1] та [2].

References

1. Rubinstein G. Sh. On an extremal problem in a linear normed space. *Siberian Mathematical Journal*. 1965. Vol. 6, № 3. P.711-714.
2. Hudyma U. V. Gnatyuk V. O. The conditions of extremal of an allowable element for the generalized problem of Steiner in some polynormed space. *Mathematical and computer modelling. Series: Physical and mathematical sciences*. 2022. Vol. 23, P. 29-43.

Mariana Khoma*
Oleh Buhrii*, Dr. Sc.

*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

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

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

STOKES SYSTEM WITH DEPENDING OF TIME VARIABLE EXPONENTS OF NONLINEARITY

Abstract. Some nonlinear 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 are proved.

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

Let $n \in \mathbb{N}$ and $T > 0$ be fixed numbers, $n \geq 2$, $\Omega \subset \mathbb{R}^n$ be a bounded domain with the Lipschitz boundary $\partial\Omega$, $Q_{0,T} := \Omega \times (0, T)$, $\Sigma_{0,T} := \partial\Omega \times (0, T)$, $\Omega_\tau := \{(x, t) | x \in \Omega, t = \tau\}$, $\tau \in [0, T]$. We seek a weak solution $\{u, \pi\}$ of the problem

$$\begin{aligned} u_t - \sum_{i,j=1}^n (A_{ij}(x, t) u_{x_i})_{x_j} + G(x, t) |u|^{q(x,t)-2} u + \nabla \pi(x, t) = \\ = F(x, t), \quad (x, t) \in Q_{0,T}, \end{aligned} \quad (1)$$

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

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

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

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

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 $q(x, t)$ is the variable exponent of the nonlinearity of system (1).

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

$$(u, v)_{\Omega} := \int_{\Omega} (u(x), v(x))_{\mathbb{R}^n} dx, \quad u = (u_1, \dots, u_n), v = (v_1, \dots, v_n): \Omega \rightarrow \mathbb{R}^n. \quad (6)$$

Suppose that $\mathcal{O} = Q_{0,T}$ or $\mathcal{O} = \Omega$, $\mathcal{B}_+(\mathcal{O}) := \{q \in L^{\infty}(\mathcal{O}) \mid \operatorname{ess\,inf}_{y \in \mathcal{O}} q(y) > 0\}$.

Let $\Lambda(Q_{0,T})$ be a set of the functions $q: Q_{0,T} \rightarrow \mathbb{R}$ for which there exists an extension outside $Q_{0,T}$ (we denote it q again) such that the following conditions are satisfied:

- i) $q \in C(\mathbb{R}_t; L^{\infty}(\mathbb{R}_x^n)) \cap \mathcal{B}_+(\mathbb{R}_{x,t}^{n+1})$; ii) $q_0 > 1$;
- ii) there exists a constant $L > 0$ such that

$$|q(x, t) - q(x, s)| \leq L|t - s|, \quad x \in \mathbb{R}^n, \quad t, s \in \mathbb{R}.$$

Let $C_{div} := \{u \in [D(\Omega)]^n \mid \operatorname{div} u = 0\}$, $r \in [1, +\infty)$, $s \in \mathbb{N}$,

$$X_r \text{ is a closure of } C_{div} \text{ in } [L^r(\Omega)]^n, \quad H := X_2, \quad (8)$$

$$Z_s \text{ is a closure of } C_{div} \text{ in } [H_0^s(\Omega)]^n. \quad (9)$$

Take a function $q \in \Lambda(Q_{0,T})$ and denote

$$V_t := Z_1 \cap [L^{q(x,t)}(\Omega)]^n \text{ for every } t \in [0, T], \quad (10)$$

$$U(Q_{0,T}) := L^2(0, T; Z_1) \cap [L^{q(x,t)}(Q_{0,T})]^n, \quad (11)$$

$$\mathcal{D}_{div} := \{u \in [D(Q_{0,T})]^n \mid \operatorname{div} u = 0\}. \quad (12)$$

We also consider the space

$$W(Q_{0,T}) := \{u \in U(Q_{0,T}) \mid u_t \in [U(Q_{0,T})]^*\}$$

with the norm $\|u; W(Q_{0,T})\| := \|u; U(Q_{0,T})\| + \|u_t; [U(Q_{0,T})]^*\|$. The notation u_t stands for the distributional time which is defined by the rule

$$\langle u_t, \varphi \rangle_{\mathcal{D}_{div}} := - \int_{Q_{0,T}} u(x,t) \varphi_t(x,t) dxdt \text{ for } \varphi \in \mathcal{D}_{div}. \quad (13)$$

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. $(x, t) \in Q_{0,T}$ and for every $\xi^1, \dots, \xi^n \in \mathbb{R}^n$, we get

$$a_{00} \sum_{i=1}^n |\xi^i|^2 \leq \sum_{i,j=0}^n (A_{ij}(x,t) \xi^i, \xi^j)_{\mathbb{R}^n} \leq a^{00} \sum_{i=1}^n |\xi^i|^2 \quad (0 < a_{00} \leq a^{00} < +\infty);$$

(G) G is n -order square matrix, $G = \text{diag}(g_1, \dots, g_n)$, $g_l \in L^\infty(Q_{0,T})$, and $0 < g_{00} \leq g_l(x,t) \leq g^{00} < +\infty$ for a.e. $(x, t) \in Q_{0,T}$, where $l = \overline{1, n}$;

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

(U) $u_0 \in H$.

Let $h := \min \left\{ 2, \frac{q^0}{q^0-1} \right\}$, $s \geq \max \left\{ 2, \frac{n}{2}, n \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{q^0} \right) \right\}$,

$$\langle \mathcal{A}u, v \rangle_{U(Q_{0,T})} = \int_{Q_{0,T}} \left[\sum_{i,j=1}^n (A_{ij} u_{x_i}, v_{x_j})_{\mathbb{R}^n} + (G|u|^{q(x,t)-2} u, v)_{\mathbb{R}^n} \right] dxdt.$$

Definition. The pair of the functions $\{u, \pi\}$ is called a weak solution of problem (1)-(5) if $u \in W(Q_{0,T}) \cap C([0, T]; H)$, $\pi \in L^h(Q_{0,T})$, u satisfies (5) in H ,

$$\langle u_t + \mathcal{A}u, z \rangle_{U(Q_{0,T})} = \int_0^T (F(t), z(t))_\Omega dt \quad (14)$$

holds for $z \in U(Q_{0,T})$, π satisfies (1) in \mathcal{D}_{div}^* , and π satisfies (3) in $D^*(0, T)$.

We prove the next Theorems.

Theorem 1 (existence). Let $q \in \Lambda(Q_{0,T})$, conditions (A)-(U) hold. Then problem (1)-(5) has a weak solution $\{u, \pi\}$.

Theorem 2 (uniqueness). Let $q \in \Lambda(Q_{0,T})$, conditions (A)-(G) hold. Then, problem (1)-(5) can't have more the one weak solution.

In Theorem 1, the solution is constructed via Faedo-Galerkin's method. Let $\{w^\mu\}_{\mu \in \mathbb{N}}$ is a basis in Z_S . By definition, put

$$u^m(x, t) := \sum_{\mu=0}^m \varphi_\mu^m(t) w^\mu(x), \quad (x, t) \in Q_{0,T}, \quad m \in \mathbb{N},$$

where the unknown function $\varphi := (\varphi_1^m, \dots, \varphi_m^m)$ satisfies

$$(u_t^m(t), w^\mu)_\Omega + \langle \mathcal{A}u^m(t), w^\mu \rangle_{Vt} = (F(t), w^\mu)_\Omega \quad (15)$$

$$\varphi_1^m(0) = \alpha_1^m, \dots, \varphi_m^m(0) = \alpha_m^m. \quad (16)$$

Then we proved that u^m tends to the solution of our problem (1)-(5).

Theorem 2 we proved by contradiction. This results are published in our paper [1].

References

1. Buhrii O. M., Khoma M. V. Stokes system with variable exponents of nonlinearity. *Bukovina Math. Journal*. 2022. T.10, №2, p. 28-42.

Marta Kvetsko*

Taras Goy, Ph. D.**

* Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine
e-mail: marta.kvetsko@pnu.edu.ua

** Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine
e-mail: taras.goy@pnu.edu.ua

NEW COMBINATORIAL IDENTITIES INVOLVING BALANCING NUMBERS

Abstract. A positive integer n is called a balancing number if it is the solution of the Diophantine equation $1 + 2 + \dots + (n-1) = (n+1) + (n+2) + \dots + (n+r)$ for some r . In this note we study the determinants of some Toeplitz–Hessenberg matrices whose entries are balancing numbers with sequential, even and odd subscripts. As a result of these studies, we obtain some families of identities involving sums of products of balancing numbers and multinomial coefficients.

Key words and phrases: balancing numbers, Toeplitz–Hessenberg matrix, recurrence relation, multinomial coefficient.

In 1999, Behera and Panda [1] introduced the sequence of balancing numbers and explored many interesting properties of this sequence. Recall that a positive integer n is called a *balancing number* with balancer r , if it is the solution of the equation

$$1 + 2 + \dots + (n - 1) = (n + 1) + (n + 2) + \dots + (n + r).$$

The first few balancing numbers are 1, 6, 35, 204, 1189, 6930, 40391 with corresponding balancers 0, 2, 14, 84, 492, 2870, 16730 (sequences A053141 and A001109 in [3], respectively). The sequence of balancing numbers $\{B_n\}_{n \geq 0}$ also can be defined by the recurrence $B_n = 6B_{n-1} - B_{n-2}$, $n \geq 2$, $B_n = 0$, $B_1 = 1$.

We investigate some Toeplitz–Hessenberg determinants whose entries are balancing numbers. A Toeplitz–Hessenberg matrix is a square matrix of the form

$$M_n(a_0; a_1, \dots, a_n) = \begin{pmatrix} a_1 & a_0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ a_2 & a_1 & a_0 & \cdots & 0 & 0 \\ a_3 & a_2 & a_1 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ a_{n-1} & a_{n-2} & a_{n-3} & \cdots & a_1 & a_0 \\ a_n & a_{n-1} & a_{n-2} & \cdots & a_2 & a_1 \end{pmatrix},$$

where $a_0 \neq 0$ and $a_k \neq 0$ for at least one $k > 0$. This class of matrices has been encountered in various applications (e.g., [2] and references contained therein).

Theorem 1. *The following formulas hold:*

$$\det(2; B_2, B_3, \dots, B_{n+1}) = \frac{(-3 - \sqrt{7})^{n+1} - (-3 + \sqrt{7})^{n+1}}{2\sqrt{7}}, \quad n \geq 1,$$

$$\det(6; B_3, B_4, \dots, B_{n+2}) = (-1)^n, \quad n \geq 2,$$

$$\det(6; B_4, B_6, \dots, B_{2n+2}) = 0, \quad n \geq 3,$$

$$\det(35; B_4, B_5, \dots, B_{n+3}) = (-1)^n 6^{n-2}, \quad n \geq 2,$$

$$\det(35; B_5, B_7, \dots, B_{2n+3}) = (-1)^n 36, \quad n \geq 2.$$

Now we consider multinomial version of Theorems 1 above using the following result, known as Trudi's formula [2],

$$\det(M_n) = \sum_{t_1 + 2t_2 + \dots + nt_n = n} (-a_0)^{n-|t|} m_n(t) a_1^{t_1} a_2^{t_2} \cdots a_n^{t_n},$$

where $m_n(t) = (t_1 + \dots + t_n)! / (t_1! \cdots t_n!)$ and $|t| = t_1 + \dots + t_n$, $t_1, \dots, t_n \geq 0$.

Theorem 2. *The following formulas hold:*

$$\sum_{t_1+2t_2+\dots+nt_n=n} \frac{m_n(t)}{(-2)^{|t|}} B_2^{t_1} B_3^{t_2} \dots B_{n+1}^{t_n} = \frac{(-3+\sqrt{7})^{n+1} - (-3-\sqrt{7})^{n+1}}{\sqrt{7}(-2)^{n+1}}, \quad n \geq 1,$$

$$\sum_{t_1+2t_2+\dots+nt_n=n} \frac{m_n(t)}{(-6)^{|t|}} B_3^{t_1} B_4^{t_2} \dots B_{n+2}^{t_n} = \frac{1}{6^n}, \quad n \geq 2,$$

$$\sum_{t_1+2t_2+\dots+nt_n=n} \frac{m_n(t)}{(-6)^{|t|}} B_4^{t_1} B_6^{t_2} \dots B_{2n+2}^{t_n} = 0, \quad n \geq 3,$$

$$\sum_{t_1+2t_2+\dots+nt_n=n} \frac{m_n(t)}{(-35)^{|t|}} B_4^{t_1} B_5^{t_2} \dots B_{n+3}^{t_n} = \frac{6^{n-2}}{35^n}, \quad n \geq 2,$$

$$\sum_{t_1+2t_2+\dots+nt_n=n} \frac{m_n(t)}{(-35)^{|t|}} B_5^{t_1} B_7^{t_2} \dots B_{2n+3}^{t_n} = \frac{36}{35^n}, \quad n \geq 2,$$

where the summation is over all integers $t_i \geq 0$ satisfying $t_1 + 2t_2 + \dots + nt_n = n$.

References

1. Behera A., Panda G. K. On the square roots of triangular numbers. *Fibonacci Quarterly*. 1999. Vol. 37, № 2. P. 98–105.
2. Goy T., Shattuck M. Fibonacci and Lucas identities from Toeplitz–Hessenberg matrices. *Applications and Applied Mathematics*. 2019. Vol. 14, № 2. P. 699–715.
3. Sloane N. J. A. (ed.). The On-Line Encyclopedia of Integer Sequences. <https://oeis.org>.

Halyna Lopushanska*, Dr. Sc.

Olga Myaus**, Ph. D.

Olena Pasichnyk***, Ph. D.

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

**Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
e-mail: myausolya2016@gmail.com

***Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine
e-mail: olena.pasichnyk@lnu.edu.ua

SOURCE FRACTIONAL INVERSE PROBLEM

Abstract. The sufficient conditions of the unique solvability are found for an inverse problem of determining unknown functions from the Schwarz-type space of smooth functions rapidly decreasing at infinity in a source term of a diffusion equation with the Caputo time-fractional derivative. Time integral additional conditions are used.

Key words and phrases: inverse problem, Schwarz-type space, diffusion equation, Caputo time-fractional derivative.

In the Schwartz-type space

$$S_{\gamma,(a)}(\bar{Q}) = \left\{ v \in C^1(\bar{Q}) : (\partial/\partial t)^s v(\bullet, t) \in S_{\gamma,(a)}(\mathbb{R}^n) \text{ for each } t \in [0, T], s = 0, 1 \right\},$$

$$S_{\gamma,(a)}(\mathbb{R}^n) = \left\{ v \in C^\infty(\mathbb{R}^n) : \|v\|_{k,a} = \sup_{|\alpha| \leq k, x \in \mathbb{R}^n} e^{a\left(1-\frac{1}{k}\right)|x|^\gamma} |D^\alpha v(x)| < +\infty \quad \forall k \in \mathbb{N}, k \geq 2 \right\},$$

where $Q = \mathbb{R}^n \times (0, T]$, we study the problem

$$D_t^\beta u - A(x, D)u = \sum_{l=1}^m R_l(x)g_l(t) + F(x, t), \quad (x, t) \in Q,$$

$$u(x, 0) = F_1(x), \quad x \in \mathbb{R}^n,$$

$$\frac{1}{T} \int_0^T u(x, t)\eta_l(t)dt = \Phi_l(x), \quad x \in \mathbb{R}^n, \quad l \in \{1, \dots, m\}$$

on determining the vector-function $(u, R_1, \dots, R_m) \in S_{\gamma,(a)}(\bar{Q}) \times [S_{\gamma,(a)}(\mathbb{R}^n)]^m$,

where g_l, Φ_l, η_l ($l \in \{1, \dots, m\}$), F, F_1 are the given functions, $D_t^\beta v$ is the Caputo derivative of v of the order $\beta \in (0, 1]$. $D_t^1 v = \frac{\partial v}{\partial t}$, $A(x, D)$ is an elliptic differential operator of the second order.

We find sufficient conditions for the unique solvability of the inverse problem.

Zoriana Novosad, Ph. D.

Lviv University of Trade and Economics, Lviv, Ukraine

e-mail: zoriana.maths@gmail.com

THE CONDITIONS OF TOPOLOGICALLY MIXING OF WEIGHTED BACKWARD SHIFTS

Abstract. We consider hypercyclicity, topological transitivity of weighted shifts on nonseparable Hilbert space. We will give some conditions under which the operator belongs to the class of topologically mixing operators.

Key words and phrases: hypercyclicity, topological transitivity, topologically mixing.

Let $(H_n)_{n=0}^{\infty}$ be a sequence of Hilbert spaces. We assume that all H_n are nontrivial and not necessary separable. Let us suppose that for every n and m , H_n is isomorphic to H_m . We denote by $\ell_2(H) = \ell_2(H_n)_{n=0}^{\infty}$ 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 ω_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 the family J_m) and weight sequence (ω_n) , if it is of the form [1]

$$T(x) = (\omega_1 J_1(x_1), \omega_2 J_2(x_2), \dots, \omega_n J_n(x_n), \dots). \quad (1)$$

Teopema 1. Assume the operator $T : \ell_2(H_n) \rightarrow \ell_2(H_n)$ expressed by formula (1) and I is identity operator. Then $I + T$ is topologically mixing.

In the talk we will show the conditions under which the backward weighted shift is hypercyclicity, topologically transitive and topologically mixing.

This research was supported by the National Research Foundation of Ukraine, 2020.02/0025.

References

1. Zagorodnyuk A., Novosad Z., Topological Transitivity of Shift Similar Operators on Nonseparable Hilbert Spaces, *Journal of Functional Spaces*. 2021. ID 9306342, 7 p.

SECTION 2. MODERN PROBLEMS OF COMPUTER SCIENCE

Barbolina Tetiana, Dr. Sc.

Poltava V.G.Korolenko National Pedagogical University

e-mail: tm-b@gsuite.pnpu.edu.ua

COMPARISON OF ALGORITHMS OF THE POLYNOMIAL METHOD FOR SOLVING OF UNCONSTRAINED LINEAR FRACTIONAL OPTIMIZATION PROBLEM ON ARRANGEMENTS

Abstract. The paper deals with the polynomial method for solving unconstrained linear fractional problems of combinatorial optimization on a general set of arrangements. We compare two algorithms of this method. They differ depending on the estimates of the objective function. The numerical experiments confirm the practical efficiency using the estimates of the objective function.

Key words and phrases: combinatorial optimization, optimization on arrangements, linear fractional objective function, polynomial algorithm

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

$$\Phi(x^*) = \min_{x \in E_\eta^k(G)} \Phi(x), \quad x^* = \arg \min_{x \in E_\eta^k(G)} \Phi(x), \quad (1)$$

де $\Phi(x) = \frac{\sum_{j=1}^k c_j x_j + c_0}{\sum_{j=1}^k d_j x_j + d_0}$, $x = (x_1, x_2, \dots, x_k) \in R^k$, $c_j, d_j \in R^1 \quad \forall j \in \{0, \dots, k\}$, $E_\eta^k(G)$ —

загальна множина розміщень з елементів мультимножини $G = \{g_1, g_2, \dots, g_\eta\}$.

Вважаємо, що $d_1 \geq d_2 \geq \dots \geq d_p > 0 \geq d_{p+1} \geq \dots \geq d_k$, а також для довільного

$x \in E_\eta^k(G)$ виконується нерівність $\sum_{j=1}^k d_j x_j + d_0 > 0$.

В основі поліноміального методу розв'язування задачі (1), який запропоновано й обґрунтовано в [2, 3], лежить розв'язування послідовності задач оптимізації на множині $E_{\eta}^k(G)$ лінійної функції $\varphi(x, h) = \sum_{j=1}^k (c_j - hd_j)x_j$ при різних значеннях h . У роботі [1] представлено модифікований алгоритм, який враховує оцінки значень цільової функції $\Phi(x)$ на множині $E_{\eta}^k(G)$, що дозволяє зменшити кількість розглядуваних значень h .

Про ефективність запропонованої модифікації методу свідчать результати числових експериментів, наведених у [1]. У даній роботі представимо окремі результати подальшого дослідження ефективності алгоритмів поліноміального методу розв'язування задачі (1).

Алгоритми було програмно реалізовані в середовищі Code::Blocks. Дослідження ефективності алгоритмів проводилося на комп'ютері з двоядерним процесором AMD A4-3400 (тактова частота кожного ядра 2700 МГц). У даній роботі розглядаються результати 5 серій тестів, у яких для генерації коефіцієнтів функції та елементів мультимножини використовувалася стандартна функція мови C++. Елементи мультимножини генерувалися як додатні цілі числа у порядку неспадання при заданій максимальній різниці між сусідніми елементами. Коефіцієнти цільової функції генерувалися на основі перетворення Бокса-Мюллера як нормально розподілені псевдовипадкові величини. При цьому математичне сподівання і середнє квадратичне відхилення задавалися окремо для коефіцієнтів чисельника і знаменника функції $\Phi(x)$. Коефіцієнти при змінних знаменника після генерації впорядковувалися за незростанням, а вільний член d_0 добирався таким чином, щоб гарантувати додатність знаменника у будь-якій допустимій точці $x \in E_{\eta}^k(G)$.

В усіх серіях тестів кількість елементів мультимножини дорівнювала 1000, вимірність простору k змінювалася від 500 до 700 з кроком 10. Для

кожної вимірності було розв’язано по 5 задач. Серії тестів відрізнялися заданим під час генерації коефіцієнтів цільової функції значеннями математичного сподівання m_1 для коефіцієнтів чисельника та математичного сподівання m_2 для коефіцієнтів знаменника. Середнє квадратичне відхилення (як для коефіцієнтів чисельника, так і коефіцієнтів знаменника) в усіх серіях дорівнювало 40.

У табл. 1 для окремих вимірностей наведено середній час розв’язування задач алгоритмами без урахування (t_1) та з урахуванням (t_2) оцінок цільової функції відповідно.

Таблиця 1

Залежність від вимірності середнього часу роботи алгоритмів

k	$m_1 = m_2 = 50$		$m_1 = m_2 = -50$		$m_1 = -50, m_2 = 50$		$m_1 = 50, m_2 = -50$		$m_1 = m_2 = 0$	
	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2
500	3,97	0,39	0,05	0,05	0,90	0,52	4,09	0,15	0,15	0,16
550	5,19	0,55	0,08	0,07	1,12	0,63	5,70	0,21	0,10	0,09
600	6,86	0,74	0,09	0,09	1,67	0,84	7,18	0,32	0,25	0,26
650	8,61	0,81	0,13	0,14	2,06	0,98	9,19	0,46	0,43	0,44
700	11,02	1,03	0,15	0,17	2,77	1,22	11,95	0,64	0,44	0,42

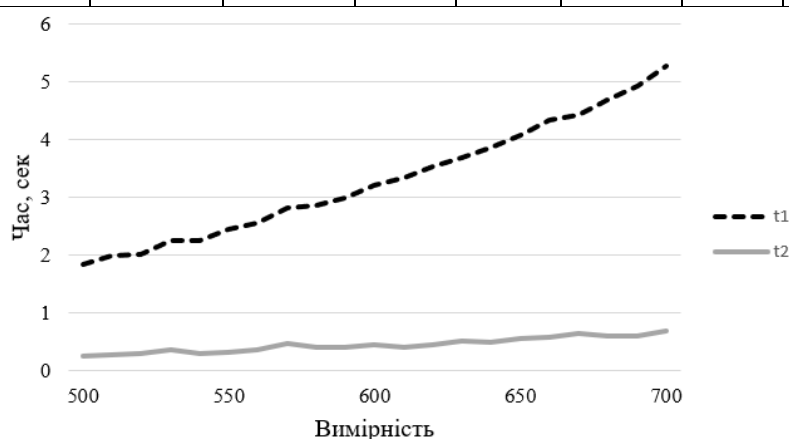


Рис. 1. Залежність від вимірності середнього (за всіма серіями) часу роботи алгоритмів

Як видно з табл. 1 та рис. 1, урахування оцінок цільової функції дозволяє в більшості випадків суттєво зменшити час розв'язування задачі.

References

1. Barbolina T. M. Estimates of objective function minimum for solving linear fractional unconstrained combinatorial optimization problems on arrangements. *Physico-mathematical Modelling and Information Technologies*. 2021. Vol. 32. P. 32-36 (in Ukrainian).
2. 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. No 3. P. 46-56.
3. Iemets O. O., Barbolina T. M. Optimization of linear-fractional function on permutations: polynomial algorithm. *Bulletin of the Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University». Series «Applied mathematics. Informatics»*. 2016. No 1-2. P. 11-22 (in Ukrainian).

Kutsevol Ihor*

Buhrii Oleh**, Dr. Sc.

* Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine
e-mail: ihor.kutsevol@lnu.edu.ua

** Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine
e-mail: oleh.buhrii@lnu.edu.ua

CONTINUOUS TIME NEURAL NETWORKS

Abstract. Artificial neural networks (ANNs) are widely used. With the growth of computing capabilities of modern computers, the problems in which ANNs are used become more. This requires a revision of the classical ANN architectures and a theoretical justification of algorithms training. We will consider the theoretical background of functioning and illustrative examples of ANN. We will present how a discrete mathematical model of a multilayer perceptron is transformed into a neural network with continuous time.

Key words and phrases: Artificial neural network (ANN), Residual Neural Network (Res-Net), Ordinary Differential Equations Neural Network (ODE-Net).

Штучні нейронні мережі (ШНМ) мають широке застосування. Зі зростанням обчислювальних можливостей сучасних комп'ютерів ускладнюються задачі, в яких використовуються ШНМ. Це потребує перегляду класичної архітектури ШНМ та теоретичного обґрунтування алгоритмів її навчання. Ми розглянемо теоретичні основи функціонування та ілюстративні приклади побудови ШНМ. Покажемо як дискретна математична модель

багатошарового персептрону, трансформується в нейронну мережу з неперервним часом.

Почнемо з архітектури персептрона з одним прихованим рівнем. Схематично її можна зобразити у вигляді

$$\mathit{Input} \Rightarrow \mathit{Hidden} \Rightarrow \mathit{Output},$$

де *Input* - вхідний сигнал, який може трактуватися як вектор з простору \mathbb{R}^k , *Hidden* - проміжний сигнал прихованого рівня мережі (вектор з простору \mathbb{R}^p), *Output* - вихідний сигнал-вектор з простору \mathbb{R}^v . В загальному випадку $k \neq p \neq v$.

Перехід від одного рівня до іншого здійснюється за допомогою традиційних матричних операцій додавання і множення, поєднаних з композиціями нелінійних активаційних функцій. Навчання (знаходження відповідних ваг) здійснюється завдяки процедурі оптимізації, загалом нелінійної, функції втрат

$$L(\mathit{Input}, \mathit{Output}) \rightarrow \min.$$

Нарощуючи кількість прихованих рівнів (див. також [1]), перейдемо до ШНМ, процес навчання якої полягатиме в мінімізації функції втрат вигляду

$$\begin{aligned} L(x(0), x(N)) &= L\left(x(0) + \int_0^N g(x(\tau), u(\tau)) d\tau\right) = \\ &= L(\mathit{ODESolver}(x(0), h, 0, N, u)), \end{aligned}$$

де вхідний сигнал трактується як $x(0)$, приховані рівні - це функція $x(\tau)$, а неперервним аналогом ваг виступає функція $u(\tau)$.

Крім теоретичних викладок, на мові програмування Python проведено практичну реалізацію дискретної мережі зі скінченною кількістю прихованих

рівнів та відповідного її неперервного аналогу. Зокрема, розглянуто задачу розпізнавання силуету з білого шуму, використовуючи залишкову нейронну мережу (Res-Net) та вищезгадану модель (ODE-Net).

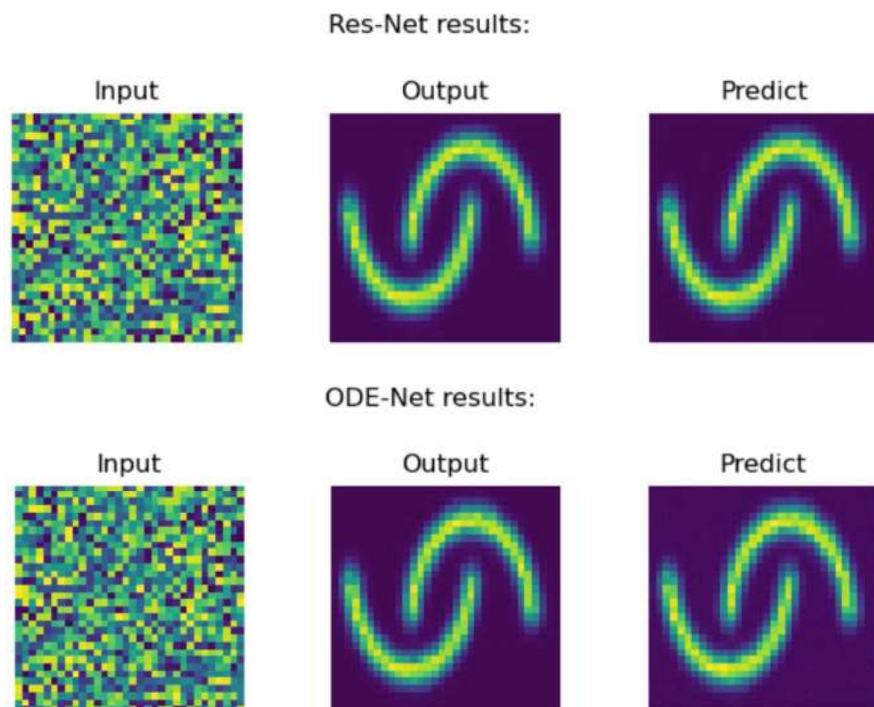


Рис 1. Вхідне, очікуване та прогнозовані моделями зображення

Отримані результати (Рис 1.) з огляду на точність прогнозування демонструють, що Res-Net та ODE-Net моделі є конкурентними у даній задачі. Також наведено переваги та недоліки використання кожної з моделей.

References

1. Saeed, Muhammad Moiz, "Ordinary Differential Equation Neural Networks: Mathematics and Application using Diffeqflux.jl" (2019). Senior Capstone Theses. 43, https://scholarworks.arcadia.edu/senior_theses/43

Nych Oleksandr

Torkiv branch gymnasium, Torkiv, Ukraine

e-mail: Nychsasha@ukr.net

AT THE CROSSROADS OF CHALLENGES AND PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF INFORMATICS IN UKRAINE

Abstract. Today's world, which is developing at the speed of geometric progression, cannot be imagined without modern technologies. In Ukraine, over the past 20 years, Internet technologies have invaded almost every family. But compared to the countries of the first world, Ukraine still has a lot to work on (although it has quite a strong potential to become a leader in this industry), so today we will consider some of the problems and challenges of the development of informatics.

Key words and phrases: innovative technologies, IT, information systems.

В Україні спостерігається провадження інноваційних технологій практично в усі сфери життя та тенденція роботизації людської праці, що потребує наявності висококваліфікованих ІТ-спеціалістів. Весь цивілізований світ бореться за першість у розвитку цієї галузі, ми не є винятком, але існує низка проблем та викликів, які потрібно здолати. Розглянемо деякі із них:

1. Брак кваліфікованих фахівців – в Україні. Досить складно знайти кваліфікованих професіоналів в області інформатики, що може суттєво ускладнювати розвиток галузі.

2. Низький рівень інформаційної грамотності населення – більшість громадян України не володіють достатньою кількістю знань та навичок у галузі комп'ютерів, що ускладнює використання сучасних технологій у всіх сферах життя.

3. Відсутність сучасних технологій у галузі освіти – досить часто в українських школах та вузах відсутні сучасні інформаційні технології, що дозволяють оптимізувати навчальний процес та забезпечити якісну освіту.

4. Застаріла інфраструктура – багато підприємств, шкіл та інших установ не мають сучасної інформаційної інфраструктури, що ускладнює розвиток бізнесу та інновацій.

5. Відсутність підтримки інформатичної галузі урядом – держава не виділяє достатньо ресурсів на підтримку розвитку інформаційних технологій в Україні, що ускладнює розвиток галузі та зменшує її потенціал для подальшого розвитку економіки країни.

6. Недостатня кібербезпека інформаційних систем залишає інформацію на рівні підвищеного ризику зламу та крадіжки даних.

7. Широке поширення штучного інтелекту може призвести до заміщення людей на робочих місцях та зростання безробіття.

8. Швидкий темп змін в програмуванні вимагає постійного професійного розвитку спеціалістів та університетських програм. Вчителям інформатики постійно потрібно оновлювати знання, які за три роки застарівають. Це постійний процес навчання та перекваліфікації [1 – 2].

9. Низький рівень зарплат працівників галузі ІТ – технологій, порівняно із західними країнами.

10. Нестабільність економічної ситуації в Україні.

Для вирішення проблем та викликів у галузі інформатики, необхідно на законодавчому рівні прийняти низку заходів. Перш за все, варто підвищити рівень освіти у галузі ІТ, залучати внутрішні та зовнішні інвестиції, а також створювати сприятливі умови для розвитку ІТ-стартапів. І обов'язково потрібно забезпечити спеціалістам цієї галузі гідну заробітну плату та належні умови для їхньої праці. Об'єднавши такі чинники як сприяння держави та зусилля фахівців, ми обов'язково досягнемо успіхів і зробимо нашу країну ще більш конкурентоспроможною на світовому ринку ІТ.

References

1. Research: how the war affected the development of the IT industry of Ukraine. URL: <https://telegraf.design/news/doslidzhennya-yak-vijna-vplynula-na-rozvytok-it-industriyi-ukrayiny/>
2. Problems of teaching informatics at school. URL: <https://osvita.ua/school/method/46851/>

Sokhatskyi Fedir, Dr. Sc.
Vasyl' Stus Donetsk National University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: fmsokha@ukr.net

IMPROVEMENT OF KNOWN ALGORITHMS

Abstract. Some improvements are proposed for two algorithms: 1) for Euclid's extended algorithm: namely, for an algorithm for finding the linear representation of a gcd; and 2) for the RSA algorithm: for this aim, Fermat's theorem is generalized for square-free numbers (=product of an arbitrary number of pairwise different prime integers), which allows constructing RSA-like algorithms: that is, algorithms based on square-free integers. Such algorithms are more reliable.

Key words and phrases: Extended Euclidian algorithm, Fermat theorem, RSA algorithm, RSA-like algorithm, square-free integer, information protection, cybersecurity.

Для цілих чисел a, b алгоритм Евкліда матиме вигляд:

$$r_{i-1} = r_i q_i + r_{i+1}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

де $r_{n+1} = 0$, $r_0 := a$, $r_1 := b$. Визначимо числа $y_1, y_2, \dots, y_{n-1}, y_n$ рівностями

$$y_n := 1, \quad y_{n-1} := -q_{n-1}, \quad y_i := y_{i+2} - y_{i+1} q_i, \quad (2)$$

для всіх $i = n-2, n-3, \dots, 2, 1$ і назвемо їх коефіцієнтами лінійності. До того ж, y_1 назвемо головним коефіцієнтом лінійності для чисел a та b . Тоді теорема про розширений алгоритм Евкліда матиме вигляд.

Теорема 1. Нехай a і b натуральні числа, $d := \gcd(a, b)$, (1) є алгоритмом Евкліда, числа y_i визначені рівністю (2). Тоді

$$1) \quad d = \gcd(r_i, r_{i+1}), \quad d = r_n, \quad i = 0, 1, \dots, n;$$

$$d = r_i y_{i+2} + r_{i+1} y_{i+1}, \quad d = a y_2 + b y_1, \quad i = 0, 1, \dots, n-2.$$

Наслідок 1. Числа y_i та y_{i+1} взаємно прості для всіх $i = 0, 1, \dots, n-1$. Знаходження чисел y_i потребує не більше, ніж a кроків. y_1 є оберненим до b за модулем a , якщо a і b взаємно прості та $a > b > 0$.

Безквадратним називається число, яке не ділиться на жоден квадрат, крім

1. Інакше кажучи, кожне безквадатне число є добутком попарно різних простих чисел. Виявляється, що для безквадратних чисел має місце теорема Ферма, яка дозволяє будувати RSA-подібні алгоритми на основі безквадратних чисел.

Теорема 2. Якщо число n безквадратне і $s \equiv 1 \pmod{\varphi(n)}$, то $x^s \equiv x \pmod{n}$ для всіх цілих чисел x .

RSA-подібні алгоритми:

- 1) вибираємо s попарно різних простих чисел p_1, \dots, p_s ;
- 2) знаходимо $n = p_1 \cdot \dots \cdot p_s$;
- 3) знаходимо $\varphi(n) = (p_1 - 1) \cdot \dots \cdot (p_s - 1)$;
- 4) знаходимо k таке, що $k < \varphi(n)$, а також k та $\varphi(n)$ взаємно прості;
- 5) знаходимо l таке, що $kl \equiv 1 \pmod{\varphi(n)}$ (Теорема 1);

Пара чисел n, k є відкритим ключем. M^k modulo n є шифром інформації M . Для поновлення M , піднесемо M^k до степеня l за модулем n : $(M^k)^l \equiv M^{kl} \equiv M$ (Теорема 2).

Висновок. Отримані результати дозволяють спростити побудову RSA алгоритмів та розширити множину цих алгоритмів до множини RSA-подібних алгоритмів підвищуючи їх надійність.

SECTION 3. MATHEMATICAL AND COMPUTER MODELING

Olena Vilchynska, PhD

Vinnytsia Educational and Scientific Institute of Economics of the West Ukrainian
National University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: vilchynskaolena@gmail.com

FEATURES OF THE USE OF ECONOMETRIC METHODS IN MARKETING RESEARCH

Abstract. The analysis and generalization of econometric methods and models for the successful implementation of marketing activities at the enterprise was carried out.

Key words and phrases: Econometric methods, econometric models, marketing activity, correlation-regression analysis, adaptive models, trend extrapolation, heuristic methods.

Econometric methods are useful for conducting analytical and predictive marketing activities. Marketing is considered as a system of managing the activities of the enterprise on the market of goods and services. Marketing activity is related to the promotion of goods on the market, with the maximization of sales volumes. Econometric methods used in marketing research include methods of correlation-regression analysis, extrapolation methods, heuristics, etc.

Correlation-regression analysis methods establish relationships between research parameters and factors affecting them and are used to predict object behavior (for example, demand forecasting models). With their help, you can describe the relationship between the volume of product sales and factors affecting it, for example, advertising costs, product price, competitor's price, consumer spending index, etc. This function is estimated based on retrospective statistical data [3]. The advantage of these methods is that the forecast is based on objective marketing information. They make it

possible to transfer the main patterns of sales that have developed in the pre-planning period to the planning period, taking into account possible changes in factors that affect the volumes of lay-bys. Models can be used both linear and non-linear, both univariate and multivariate [1, 2, 3].

Using trend extrapolation methods, the time series of sales is divided into main components (trend, cyclical, marketing, random), measures the evolution of each component in the past and extrapolates it to the future. The basis of the method is the assumption that unchanging factors during the development of this phenomenon in the past will act by inertia in the future as well.

Simpler methods of forecasting sales volumes are the calculation of the moving average value of sales; method of weighted moving average (exponential smoothing), which refer to adaptive models and are based on extrapolation of past sales data. Adaptive models and methods have a mechanism to automatically adjust to changes in the studied indicator. The forecasting tool is a model, the initial estimation of parameters of which is carried out based on the first few observations. Based on it, a forecast is made, which is compared with actual observations. They are used for short-term forecasting; they do not allow predicting the evolution of demand [4].

The elasticity method refers to heuristic methods and consists in the use of elasticity coefficients between the rates of change in sales volume and the purchasing power of the population, taking into account the forecast of changes in the purchasing power of the company's customers.

Thus, econometric modeling is the most important stage in the process of managing marketing activities. The type of econometric models is chosen depending on the purpose of marketing research. For the successful implementation of the built econometric models, it is necessary to ensure their competitiveness and choose the best model for forecasting sales volumes, adjusting plans in accordance with the developed models.

References

1. Vilchynska O.M. Workshop on the discipline "Econometrics". Vinnytsia: Edelweiss, 2017. 104 p.

2. Vilchynska O.M., Bevs O.O. The use of econometric models for forecasting the company's profit. Problems of stabilization of the country's economy: coll. the mother International scientific and practical Internet conference of economic direction. In two parts. Part 1. Ternopil, 2016. P. 25-28.
 3. Vilchynska O.M. Features of product sales forecasting by econometric methods. Competitiveness of the national economy and education: search for effective solutions: coll. the mother All-Ukrainian science and practice conf. from international participation (Vinnytsia, April 15, 2015). Ternopil: Krok, 2015. Volume 1. P. 171-173.
 4. Vilchynska O.M. Peculiarities of mathematical modeling in marketing research. Problems and prospects of the development of national economies in modern conditions: coll. the mother All-Ukrainian scientific and practical conference with international participation. Ternopil: Krok, 2013. P.378-380.
-

Yurii Dobraniuk*, Ph. D.

Anastasiia Vasylynych**

Maxym Shvets'***

*Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: dobransyuk@vntu.edu.ua

**Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: vasilinichnastya@gmail.com

***Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: maximgodness@gmail.com

APPLICATION OF THE COMPUTER MATHEMATICS SYSTEM MAPLE FOR CALCULATING FIGURE'S AREA BOUNDED A CIRCLE AND A CARDIOID

Abstract. The problems of introduction and adaptation of the Maple computer mathematics system in the educational process in teaching the course of higher mathematics are considered. In the paper presents an adaptation the use of the SCM Maple graphics package to build 2D figures in the polar coordinate system in the problems of calculating the figure's area.

Key words and phrases: computer mathematics system, Maple, information and educational environment, figure's area, 2D graph, polar coordinate system, cardioid.

One of the main places among a significant number of systems of computer mathematics is occupied by SCM Maple, which allows the user to use an intelligent environment for mathematical research [1–8]. A significant share of SCM Maple also occupies in various scientific studies.

To perform graphical constructions in SCM Maple, specialized packages of graphic commands «plots» and «plottools» are used.

```
restart: with(plots): with(plottools):
```

Solving the problem of calculating the figure's area that is bounded by a circle and located outside the cardioid must be performed in the polar coordinate system, since the functions of the circle and cardioid have a much simpler analytical expression compared to the Cartesian system.

First, we set the equation of the functions that limit the figure, the area of which needs to be calculated (Fig. 1).

```
rho[1]:=phi->2:  
rho[2]:=phi->2*(1+cos(phi)):
```

In the polar coordinate system, the intersection points will be determined by the polar angle θ . To find the specified angle in Maple, we use the function of analytical solution of systems of equations *solve(equations, variables)*.

```
print(rho[1](phi)=rho[2]('Theta'));  
Theta:=solve(rho[1](phi)=rho[2](phi),phi);
```

The *plot(f, x=x0..x1)* function was used to perform graphic constructions on the plane with different parameters of the line thickness and its color. The arc construction function *arc(c, r, a..b, options)* was used to construct the angle designation, and *line(a, b, options)* was used to construct the lines. We also used the *textplot(L, options)* command for constructing text labels on graphs.

```
pol1:=plot([rho[1](phi),phi,phi=0..2*Pi],coords=polar,thickness=2,color=RED):  
pol2:=plot([rho[2](phi),phi,phi=0..2*Pi],coords=polar,thickness=2,color=BLUE):  
radius1:=line([0,0],[rho[1](phi)*cos(Theta),rho[1](phi)*sin(Theta)],linestyle=DASH):  
radius2:=line([0,0],[rho[1](phi)*cos(-Theta),rho[1](phi)*sin(-Theta)],linestyle=DASH):  
a:=arc([0,0],.4,0..Theta,color=BLACK):  
t:=textplot([0.5,.4,'Q'],font=[SYMBOL,16]):
```

Each graph was presented as a separate construction, and then we implemented their joint display on one canvas using function *display(L, inseq, options)*.

```
plots[display]([pol1,pol2,radius1,radius2,a,t,seq(poly[i],i=1..total)],scaling=constrained);
```

Since the constructed figure is symmetrical, we will calculate the area of half of the figure and multiply by 2 (Fig. 2).

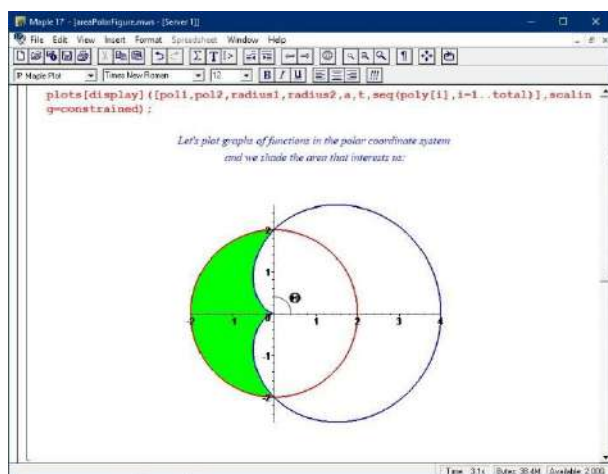


Fig. 1 – Figure bounded by given graphs of functions

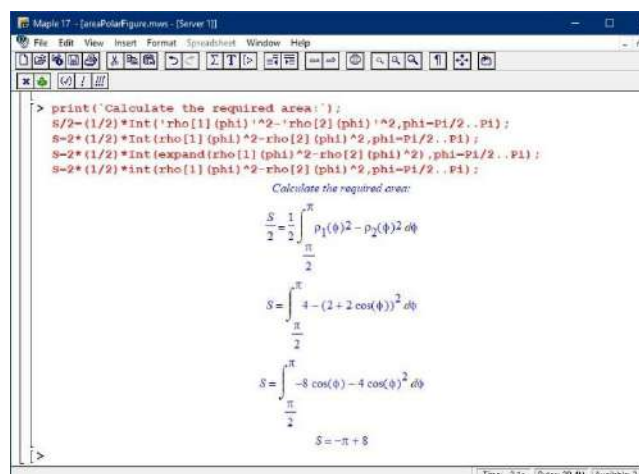


Fig. 2 – Calculation of the figure's area using the definite integral

Part of the mathematical apparatus and the developed code fragments in the SCM Maple, enable students to automatically obtain intersection points of function's graphs constructed in the polar coordinate system, build the corresponding figures and calculate their area, which improves the quality of the knowledge obtained under time to solve typical problems of higher mathematics.

References

1. Mykhalevych V. M., Tiutiunnyk O. I. The use of computer mathematics systems in the process of teaching linear programming to university students: a monograph. Vinnytsia: VNTU. 2016. – 279 p. ISBN 978-966-641-670-7 (in Ukrainian).
2. Mykhalevych V. M. Learning and controlling Maple – a complex of higher mathematics / V. M. Mykhalevych // *Information technologies and computer engineering*. 2004. No. 1. P. 74–78 (in Ukrainian).
3. Mikhalevich V. M., Dobranyuk Yu. V., Krupskyi Ya. V. Fragments of electronic educational resources on the function of two variables in the SCM Maple environment. *Collection of scientific papers based on the materials of the remote All-Ukrainian scientific conference "Mathematics at the Technical University of the XXI Century", May 15-16, 2017, Donbass State Machine-Building Academy, Kramatorsk*. Kramatorsk: DDMA. 2017. P. 20-22 (in Ukrainian).
4. Mikhalevich V. M., Dobranyuk Yu. V., Kashkanova A. A. Construction of conformal mappings and investigation of their properties using the MAPLE SCM [Electronic resource] *Proceedings of the XLVI scientific and technical conference of VNTU divisions*, Vinnytsia, March 22-24, 2017. Electronic text data. 2017. – Access mode: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2017/paper/view/2192> (in Ukrainian).

5. Mikhalevich V. M., Krupskiy Ya. V., Dobranyuk Yu. V. Development of electronic educational resources in the SCM Maple environment [Text]. *Mathematics and informatics in higher education: modern challenges: coll. of science works based on the materials of the All-Ukrainian science and practice conference, May 18-19, 2017*. Ministry of Education and Science of Ukraine, Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsyubynskiy [and others]. Vinnytsia: FOP Rogalska I. O.. 2017. P. 69–72 (in Ukrainian).
 6. Dobranyuk Yuriy, Andriy Kozub Comparative analysis of the stress-strain state of the free surface of cylindrical samples during rolling using SCM Maple. *III International Scientific and Practical Internet Conference "Mathematics and Informatics in Higher Education: Challenges of Modernity", dedicated to the memory of Professors O. A. Pankov and V. S. Trokhymenko (Vinnytsia, May 20-21, 2021): book of abstracts*. [Electronic network scientific publication], Vinnytsia, 2021, P. 67 – 74 (in Ukrainian).
 7. Dobranyuk Yu. V., Vasylynych A. V., Hrybyk V. V. Application of the Maple computer mathematics system for the construction of 2D regions in the problems of calculating the area of 2D figures [Electronic resource]. *Materials LI of the Scientific and Technical Conference of VNTU divisions, Vinnytsia, March 16-18, 2022* - Electronic. text. data. 2022. – Access mode: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2022/paper/view/15848/13315> (in Ukrainian).
 8. Dobranyuk Yu. V., Mikhalevich V. M., Kolomiets A. A., Kozak O. M. Application of Maple SCM for construction of 3D graphs in problems of calculating the volume of figures. *Information technologies and computer engineering*. 2022. Issue 54(2). P. 115-123(in Ukrainian).
-

Nataliia Dobrovolska, Ph. D.

Vinnytsia Institute of Trade and Economics of State University of Trade and Economics, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: n.dobrovolska@vtei.edu.ua

MODEL FOR ASSESSING THE USEFULNESS OF AN INSURANCE CONTRACT

Abstract. We consider the assessment of the utility of the insurance contract by means of economic and mathematical modeling, namely the insurance model, which describes the model of the insured and the model of the insurer. The algorithm for evaluating the usefulness of an insurance contract is shown.

Key words: insurance model, objective function, policyholder's objective function, insurer's objective function, policyholder's risk.

Економіко-математичне моделювання – ефективний інструмент вивчення економічних об’єктів та спосіб прийняття рішення по управлінню ними в реальних життєвих ситуаціях. Математичний інструментарій, який

використовується в економіко-математичних дослідженнях, досить різноманітний і складний [1].

Розглянемо економіко-математичну модель страхування. Цільова функція буде функцією страхувальника і матиме вид:

$$Ef = H - c - v - r + p [(1 + \xi) h - Q], \quad (1)$$

де H - дохід від господарської діяльності страхувальника, c - його затрати на цю діяльність, v - затрати на проведення попереджувальних заходів, r - страховий внесок, h - величина страхової виплати, p - ймовірність настання страхового випадку, ξ - коефіцієнт, що відображає відношення страхувальника до ризику, Q - втрати, при настанні страхового випадку.

Нехай очікуване значення цільової функції страховика має вигляд: $EФ = r - rh$, а страховий тариф обчислюється як сума нетто-ставки (рівної в силу принципу еквівалентності - ймовірності настання страхового випадку p) і надбавки до нетто-ставки, яку ми позначимо ξ_0 (нагадаємо, що надбавка до нетто-ставки включає ризикову надбавку, комерційну надбавку і попереджувальну надбавку) [2], тобто

$$r = (p + \xi_0) h \quad (2)$$

Умова вигідності страхування для страхувальника має вигляд:

$$r \leq p (1 + \xi) h, \quad (3)$$

для страховика: $r \geq p h$,

умова «морального ризику» (відображає неспонукання страхувальника до заінтересованості в настанні страхового випадку):

$$(1 + \xi) h \leq Q \quad (4)$$

Об'єднавши ці умови, одержимо

$$0 \leq \xi_0 \leq p\xi \quad (5)$$

Тож, ця умова означає, що комерційна ефективність страхування з точки зору страховика обмежена відношенням страхувальника до ризику. Чим вища ймовірність настання страхового випадку і чим більше страхувальник неохочий до ризику, тим більш вигідне страхування для страховика.

Нехай має місце повна компенсація збитку, тобто відповідна умова виконується як рівність. Тоді справедливо:

$$r = \frac{p + \xi_0}{1 + \xi} Q, \quad (6)$$

$$h = \frac{Q}{1 + \xi}, \quad (7)$$

З цього слідує, що величина страхового внеску росте із збільшенням ймовірності настання страхового випадку, втрат і надбавки до нетто-ставки. В той же час, розмір страхової виплати росте з ростом втрат, і зменшується з ростом коефіцієнту ξ і не залежить від ймовірності настання страхового випадку і надбавки до нетто-ставки (що обумовлено введеним вище припущенням щодо повної компенсації збитку).

Підставляючи відповідні вирази в цільову функцію страхувальника і страховика і позначаючи $g = H - c - v$, одержимо:

$$Ef = g - \frac{p + \xi_0}{1 + \xi} Q, \quad (8)$$

$$E\Phi = \frac{\xi_0}{1 + \xi} Q, \quad (9)$$

З цього видно, що корисність для страхувальника зменшується з збільшенням втрат [3].

Корисність страхування для страховика оцінюється величиною $E\Phi$, так як при відсутності страхового контракту його корисність рівна нулю. Корисність страхування для страхувальника може бути оцінена різницею ΔEf між його корисністю у випадку укладання страхового контракту і у випадку його відсутності:

$$\Delta Ef = Q \frac{p\xi - p\xi_0}{1 + \xi}, \quad (10)$$

Сума $(E\Phi + \Delta E f)$, яку ми позначимо Δ може розглядатися як «міра» корисності страхового контракту:

$$\Delta = Q \frac{p\xi}{1+\xi} \quad (11)$$

Якщо маємо нейтральний ризик страхувальника ($\xi = 0$), тобто, що страховий внесок рівний очікуваній страховій виплаті, та маємо, що $\xi_0 = 0$. Що означає, що комерційне страхування не вигідне, тобто $\Delta = 0$ і $E\Phi = 0$, а очікувана корисність страхувальника однакова як при укладанні страхового контракту, так і при його неукладанні.

References

1. Vovk V.M., Zomchak L.M. Optimization methods and models: tutorial. Lviv, LNU named after Ivan Franko, 2014. 360 с.
2. Zhuravka O. S., Bukhtiarova A. G., Pakhnenko O. M. .Insurance: study guide. Sumy: Sumy State University, 2020. 350 с.
3. Klapkiv M.S. Mathematical foundations of insurance business. Finances of Ukraine.2017, № 6. С. 103-109.

Vitalii Kovalchuk

Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine

e-mail: cool.crucha@gmail.com

USE OF PSEUDO-RANDOM NUMBER GENERATORS IN SOLVING PROBLEMS OF SIMULATING USER BEHAVIOR IN COMPUTER GAMES

Abstract. The use of generators of pseudo-random numbers in tasks of modeling user behavior on the example of multiplayer computer games is considered. Examples of the use of pseudorandom number generators and their importance for creating interesting and unpredictable situations. It is also stated that caution is necessary when using pseudo-random number generators, as not all algorithms are reliable, and recommendations are also provided for their safe use.

Key words and phrases: pseudo-random number generators, multiplayer computer games, user behavior simulation, security, reliability, quality.

Сьогодні моделювання поведінки користувачів є актуальною задачею у багатьох сферах, таких як маркетинг, комп'ютерні науки, соціальні мережі, громадські дослідження тощо. Генерація випадкових чисел важлива складова в

багатьох алгоритмах моделювання, де потрібно враховувати стохастичні аспекти поведінки користувачів.

Одним із підходів до генерації випадкових чисел є використання генераторів псевдовипадкових чисел (ГПВЧ). Це алгоритми, які створюють послідовність чисел, які здаються випадковими. Вони використовуються в багатьох комп'ютерних програмах, включаючи багатокористувацькі ігри, для створення різних подій та ситуацій, що допомагають зробити гру більш цікавою та непередбачуваною для користувачів. Напопулярніші ГПВЧ: Linear Congruential Generator (LCG), Blum Blum Shub (BBS), Mersenne Twister, який використовується у багатьох програмах та мовах програмування, зокрема в Python та MATLAB. Генератор створює послідовність чисел, які здаються випадковими, але фактично генеруються за допомогою певного алгоритму. Ці числа зазвичай використовуються для відтворення певної послідовності поведінки користувача в моделюванні.

Mersenne Twister сьогодні вважається найкращим і має великий період - 2^{19937} , проте для генерації одного елемента з потоку потрібно виконання складного послідовного алгоритму. Також генератор вимагає багато пам'яті для зберігання свого стану, що може вплинути на продуктивність GPU, так як стан доводиться зберігати у глобальній пам'яті. Однак, у ситуаціях коли точність важливіша за швидкість переважніше використовувати даний генератор.

ГПВЧ використовуються для створення випадкових подій в грі, таких як випадкові дії інших гравців, падіння різних предметів, зміна погоди, випадкові зустрічі з монстрами та інше. Їх використання дозволяє зробити гру більш різноманітною та додати до неї елемент несподіванки.

У сучасних багатокористувацьких комп'ютерних іграх використовуються різні типи генераторів псевдовипадкових чисел, такі як лінійні конгруентні генератори, генератори на основі хеш-функцій, криптографічні генератори та інші. Кожен з цих типів генераторів має свої переваги та недоліки з точки зору якості та безпеки.

З одного боку, якість ГПВЧ повинна бути достатньою, щоб забезпечити випадковість генерованих чисел. Це дозволяє забезпечити різноманітність в грі та зробити її більш цікавою для користувачів.

З іншого боку, безпека генератора псевдовипадкових чисел є критично важливою, оскільки в залежності від випадкових чисел можуть прийматися різні рішення в грі, які можуть мати великий вплив на результати гри та досвід користувачів.

У разі якщо ГПВЧ є ненадійним, можуть виникати серйозні проблеми в грі, такі як можливість передбачення майбутніх подій, злам системи безпеки та інше.

З огляду на різноманітність генераторів псевдовипадкових чисел, розробники повинні вибирати той, який відповідає вимогам їхнього проекту. Наприклад, для створення реалістичної гри зі складними головоломками, можуть використовуватися криптографічні генератори (Fortuna, Blum Blum Shub, ISAAC). Вони забезпечують високий рівень безпеки, але можуть бути досить повільними в роботі. Для більш простих ігор, які не потребують великої кількості випадкових чисел, можуть використовуватися лінійні конгруентні генератори (RANDU, MINSTD).

При використанні генераторів псевдовипадкових чисел, важливо забезпечити їхню взаємодію з іншими компонентами гри, такими як мережа або база даних. А також правильну синхронізацію генерованих випадкових чисел між всіма гравцями для збереження консистентності гри.

У підсумку, використання генераторів псевдовипадкових чисел є важливою складовою розробки багатокористувацьких комп'ютерних ігор. Розробники повинні обирати генератори з високою якістю та безпекою для забезпечення цікавості, непередбачуванності гри та її подій, захисту користувачів і синхронізацією між ними.

References

1. Bellare, M., & Rogaway, P. The security of triple encryption and a framework for code-based game-playing proofs. *Journal of Cryptology*. 2006.

2. Chen, L., Yang, Y., & Wei, C. Multi-Objective Optimization Model of In-Game Item Sales Strategy Based on Player Behavior Analysis. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*. 2021.
 3. Lawrence E. Bassham, Andrew L. Rukhin, Juan Soto, James R. Nechvatal, Miles E. Smid, Stefan D. Leigh, M Levenson, M Vangel, Nathanael A. Heckert, D L. Banks A Statistical Test Suite for Random and Pseudorandom Number Generators for Cryptographic Applications. *Journal of Cryptographic Engineering*. 2010.
 4. Leng, J., Zhang, G. Research on Pseudo-Random Number Generator and Its Application in Online Games. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020.
 5. Wang, H., Yang, G., Jiang, S., Zhang, Y. Research on the Random Number Generation Algorithm in the Online Game. *Journal of Physics: Conference Series*. 2019.
-
-

Volodymyr Korolskyi*, Dr. Sc.

Yana Mykhailova**

*Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: k_mathematics@kdpu.edu.ua

**Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: yana2001m@gmail.com

CREATING A SELECTION OF TASKS BASED ON A GEOMETRIC

MODEL AND A COMBINATION OF NUMERICAL SERIES $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$ AND $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n}$

Abstract. The content of the report is related to the results of studies of the geometric interpretation of members of numerical series. It was found that geometric modelling of the members of these series provides an opportunity to formulate tasks for the creation and study of new series, to select comparable numerical series, to find out their characteristic patterns of behaviour of the series members and the process of their convergence or divergence.

The paper demonstrates possible algorithms for geometric modelling of series terms using a combination of a harmonic series and a geometric progression series. It is established that such geometric modelling makes it possible to implement the links between the school mathematics course and mathematical analysis and to create problems for high school students that can be offered for competitions and electives.

Key words and phrases: geometric model, numerical series, geometric interpretation, task, number sequence.

Теоретико-методичні основи геометричного моделювання числових рядів розглядаються в наших попередніх дослідженнях [1, 2]. Тому розглянемо його особливості за допомогою фрагмента геометричної моделі (рис. 1), яка розглядається в доповіді.

Шляхом декомпозиції моделі можна використовувати різні її фрагменти, кожен з яких може бути основою для умов формулювання задач, розв'язання яких спрямоване на одержання числових рядів.

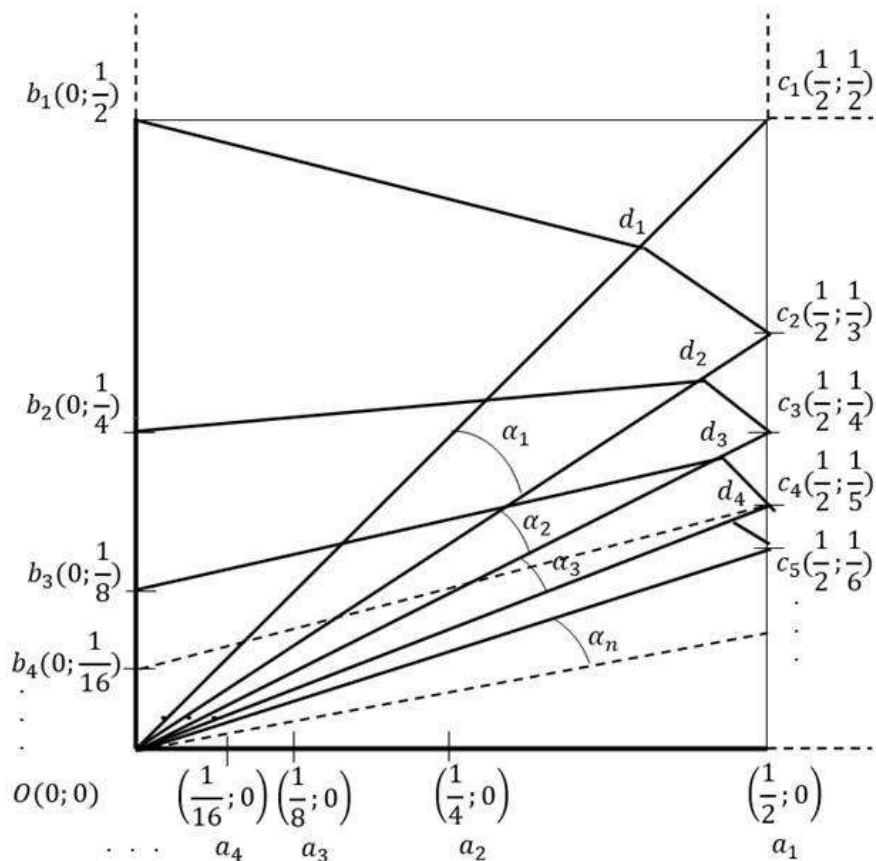


Рис. 1. Фрагмент геометричної моделі, побудованої в квадраті зі стороною $a=1$ в системі координат Oxy . Квадрат має вершини в т. т. $(0;0)$, $(1;0)$, $(1;1)$, $(0;1)$

На поданому рисунку візуально спостерігаємо, що при $n \rightarrow \infty$: т. $c_n(\frac{1}{2}; \frac{1}{n}) \rightarrow$ т. $a_1(\frac{1}{2}; 0)$; т. $b_n(0; \frac{1}{2^n}) \rightarrow$ т. $O(0; 0)$; т. $a_n(\frac{1}{n+1}; 0) \rightarrow$ т. $O(0; 0)$. Координати т. т. c_n , a_n пов'язані з гармонічним рядом, координати т. b_n – з рядом геометричної прогресії.

Далі наведемо приклади задач, умови розв'язання яких пов'язані з геометричною моделлю на рис. 1.

Задачі (1-3). Скласти і дослідити на збіжність ряди:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \left| \underline{c_n c_{n+1}} \right|; \sum_{n=1}^{\infty} \left| \underline{a_n a_{n+1}} \right|; \sum_{n=1}^{\infty} \left| \underline{b_n b_{n+1}} \right|.$$

Задачі (4-6). Скласти і дослідити на збіжність ряди:

$$\sum_{n=1}^{\infty} |Oc_n|; \sum_{n=1}^{\infty} |d_n c_{n+1}|; \sum_{n=1}^{\infty} |c_n d_n|.$$

Задачі (7-9). Скласти і дослідити на збіжність ряди величин площ трикутників:

$$\sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta Oc_n c_{n+1}}; \sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta c_n d_n c_{n+1}}; \sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta Od_n c_{n+1}}.$$

Для учнів ліцеїв можливо запропонувати задачі виду:

Задачі (1-3). Обчислити послідовно величини довжин відрізків: $|Oc_1|$, $|Oc_2|$, $|Oc_3|$, $|Oc_4|$; $|c_1 c_2|$, $|c_2 c_3|$, $|c_3 c_4|$; $|d_1 c_2|$, $|d_2 c_3|$, $|d_3 c_4|$. З'ясувати логіку зміни величин послідовностей вказаних відрізків.

Задачі (4-6). Обчислити величини площ послідовностей трикутників: $\Delta Oc_1 a_1$, $\Delta Oc_2 a_1$, $\Delta Oc_3 a_1$; $\Delta Oc_1 c_2$, $\Delta Oc_2 c_3$, $\Delta Oc_3 c_4$; $\Delta c_1 d_1 c_2$, $\Delta c_2 d_2 c_3$, $\Delta c_3 d_3 c_4$. З'ясувати логіку зміни величин площ вказаних послідовностей трикутників.

Перелік таких задач можна продовжувати. Взагалі, за допомогою повної розробленої нами моделі, яка включає декілька фрагментів, сформульована і розв'язана наступна кількість задач з різною геометричною інтерпретацією: 17 рядів з точковою інтерпретацією; 31 ряд – з лінійною; 38 рядів – з квадратурною; 11 рядів – з кубатурною.

Доцільно відмітити, що розв'язання окремих задач можна здійснювати різними способами, принаймні задачі на квадратурну геометричну інтерпретацію розв'язуються трьома різними способами, тому можна у якості додаткових завдань для студентів і учнів пропонувати, щоб вони знайшли різні способи розв'язання тієї чи іншої задачі.

В подальшому ми будемо продовжувати пошук геометричних моделей, за допомогою яких будуть одержані певні добірки задач для використання учнями ліцеїв та при вивченні числових рядів студентами.

References

1. Korolsky V.V. Geometric interpretation of numerical series. Newest computer technologies. 2017. Vol. XV. С. 57-62.

2. Korolskyi V. V., Shokaliuk S. V., Melnychenko Y. A. Theoretical and methodological principles of geometric modelling of numerical series. Physical and mathematical education. 2018. Issue 4 (18). С. 81-89.
-
-

Vitalii Klochko, Dr. Sc.
Vinnytsia National Technical University,
Vinnytsia, Ukraine
e-mail: vi.klochko.7@gmail.com

VISUALISATION OF THE CONCEPTS OF HIGHER MATHEMATICS COURSE AS A NECESSARY REQUIREMENT FOR THEIR SYSTEMATIZATION

Abstract. The article substantiates the principle of visualization of concepts in the process of forming the system of concepts of the higher mathematics course and highlights the main requirements of this process. First of all, it is necessary to consider graphic representations of the concept, only after that proceed to its analytical consideration. Unlike the usual use of visualization tools, the work of visual thinking is the activity of the mind in a special environment.

Keywords: principle of visualization, higher mathematics, mathematical education of an engineer.

Актуальність дослідження. Сучасний етап модернізації професійної освіти вимагає нових, ефективніших шляхів організації навчально-виховного процесу в технічному вузі. Сьогодні актуальною категорією теорії вищої професійної освіти є професійна компетентність.

Значну роль підготовці майбутніх інженерів відіграє математична освіта, у ВНЗ математика є особливою освітньою дисципліною, оскільки знання, отримані з математики, є фундаментом вивчення інших загальноосвітніх, загальноінженерних і спеціальних дисциплін.

Проблема математичної підготовки майбутніх інженерів розглядалася багатьма дослідниками. Основними напрямками її вирішення є: вдосконалення змісту курсу вищої математики у ВНЗ; професійна спрямованість навчання математики через змістовний компонент; інформатизація навчання математики. Гіпотеза цих напрямків дослідження полягала у тому, що процес навчання математики студентів ВНЗ реалізується шляхом використання засобів

професійно орієнтованих завдань, що дозволяє підвищити якість їхньої математичної підготовки і сприяє формуванню кваліфікаційного, психологічного та соціального компонентів професійної компетентності.

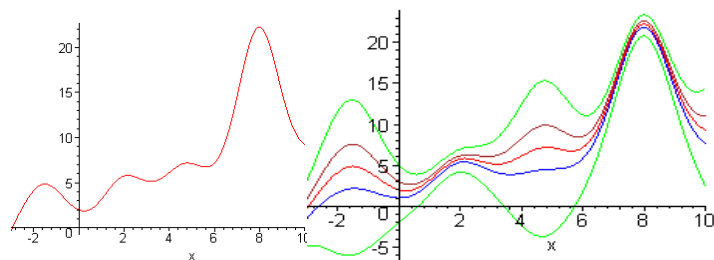
На нашу думку, однією з таких основ слід вважати розвинене візуальне мислення майбутнього інженера, що є розумовою діяльністю, в основі якої лежить оперування графіками, просторово-структурованими схемами, моделями тощо. Візуальне ознайомлення з математичними поняттями, зорове сприйняття їхніх властивостей, зв'язків та відношень між ними дозволяють швидше і наочно розгорнути перед студентами окремі фрагменти теорії, сформувати та поширити узагальнений алгоритм операцій, застосувати набуті знання та вміння до пізнання змісту інших галузей знань.

Наступним кроком повинен бути аналіз графічного подання понять і лише після цього наводити його аналітичну форму. Такий підхід дозволить для формування системи понять включати завдання, що розширюють рамки застосування теорії одного розділу в інший.

Сучасні психологи пов'язують сприйняття з переробкою інформації, при цьому зазначають, що переробка інформації людиною здійснюється не довільно, а згідно із заданим законам його психічних процесів. При цьому у головному мозку відбувається процес відсіювання непотрібної інформації, сортування її. Кожна інформація у свідомості людини фіксується і як чуттєвий образ, і як знакове позначення.

На думку фахівців, візуальні образи є не ілюстрацією до думок автора, а кінцевим виявом самого мислення. На відміну від звичайного використання засобів наочності, робота візуального мислення є діяльність розуму у спеціальному середовищі, завдяки якому і стає можливим здійснити переведення з одного подання інформації на інше, осмислити зв'язки та відношення між її об'єктами. У цьому ми бачимо механізм активізації мислення за допомогою наочності.

Розглянемо диференціальне рівняння $y' + y \cos(x) = e^{-\sin x}$.



Аналіз змісту загального розв'язку (звичайно, на множині побудованих графіків) дозволяє з'ясувати особливості динаміки процесу, виявити його поведінку в околі деяких точок, усвідомити студентам значення розглянутих понять. Так, графік частинного розв'язку вказує на наявність значної кількості екстремумів, і в той же час сукупність графіків інакше характеризує процес в околі деяких точок (точка \max змінюється на точку \min).

Таким чином, візуалізація уявлень понять і завдання застосування понять із одного розділу в завданнях іншого розділу курсу виділяються як необхідні умови для систематизації понять.

References

1. Dutka G.Y. Fundamentalisation of mathematical training of future specialists: methodological and moral and ethical components. *Science. Religion. Society*. 2008. №2. С. 239-244.
2. Klochko V.I., Bondarenko Z.V., Kirilashchuk S.A., Volkov Y.I. Higher Mathematics. Ordinary differential equations: a textbook. Vinnytsia: VNTU, 2022. 126 с.
3. Kostiuk G.S. Educational process and mental development of personality. K.: Rad Shkola, 1989. 608 с.
4. Andrushchenko V.P., Zyazyun I.A., Kremen V.G., Maksymenko S.D., Nychkalo N.G. Continuing professional education: philosophy, pedagogical paradigms, forecast. Kyiv: Naukova Dumka, 2003. 854 с.
5. Pometun O. Discussion of Ukrainian teachers around the issues of introducing a competence-based approach in Ukrainian education. *Competence-based approach in modern education: world experience and Ukrainian perspectives* / [edited by O.V. Ovcharuk]. K.: K.I.S., 2004. С. 64-70.
6. Trofimov Y.L., Rybalka V.V., Goncharuk P.A. Psychology: a textbook. K.: Lybid, 1999. 558 с.
7. Modern mathematics and mathematical education: achievements, problems, prospects: *Materials of the Monthly of the Institute of Mathematics of the National Academy of Sciences of Ukraine at the Drahomanov National Pedagogical University*, 1 March - 2 April 2004 / M.V. Pratsovytyi (ed.). K.: NPU, 2007. 144 с.

Mykhalenych Mykola

Guran Igor, Ph. D.

Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

e-mail: myhalenychmc@gmail.com

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.

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

References

1. Tadeev VO Geometry. Vector-coordinate method: a two-level textbook for 9th grade secondary schools. - Ternopil: Textbook - Bogdan, 2010. - 496p. : il.
2. Tadeev VO Geometry. Measurement of polygons: a two-level textbook for 8th grade secondary schools / Ed. VI Mikhailovsky. - Ternopil: Textbook - Bogdan, 2008. - 368p.
3. Chrysman ML Some methods and techniques for solving problems in mathematics: a textbook / ML Chrysman; translation and editing by Candidate of Physical and Mathematical Sciences TS Kudryk.- Lviv: Publisher IE Chizhikov, 2015, -239p. - (Schoolboy Library Series)
4. Merzlyak AG, Polonsky VB, Anchor MS Geometry: Textbook for 9kl. schools with in-depth study of mathematics.- Kharkiv: Gymnasium, 2010. 272p .: ill ..
5. BM Bokalo, IJ Guran, MM Zarichny. Collection of problems from the course of differential geometry and topology. - Lviv, 1993.73p.
6. Preparata F. Computational Geometry : An introduction / F.Preparata , Shamos M.- Berlin: Springer. - 475p.
7. Mykola Mykhalenych, Igor Guran, DYNAMIC SCHEMES OF VORONOI// II International Scientific and Practical Internet Conference «Mathematics and Informatics in Higher Education: Challenges of Modernity», May 20-21, 2021, Vinnytsia, Ukraine C. 89

Volodymyr Mykhalevych*, Dr. Sc.

Viktor Matviychuk**, Dr. Sc.

Andrii Shtuts***, Ph. D.

*Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: mykhalevych@vntu.edu.ua

**Vinnitsa National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: vamatv50@gmail.com

***e-mail: shtuts1989@gmail.com

MODEL OF MATERIAL DEFORMABILITY WHEN UPSETTING OUTER FLANGES ON TUBULAR BLANKS WITH A CONICAL ROLL

Abstract. An overview of the models of elements that make up the model of workpiece deformability in the processes of forging by rolling is given. A model of material deformability was built and analyzed during the upsetting of external flanges on pipe blanks by a conical roll. This model uses an analytical representation of the ultimate strain curve, and the strain trajectory is built on the basis of representing the dependence between the components of plastic strain increments in the form of a differential equation.

Key words and phrases: model of workpiece deformability, ultimate strain curve, strain trajectory, plastic strain increments.

Розглядаються методика та результати оцінки здатності матеріалів трубних заготовок сприймати пластичну деформацію під час процесу штампування обкочуванням. Це необхідно для забезпечення можливості розширення технологічних можливостей існуючих технологічних схем штампування обкочуванням та розробці нових схем деформування.

Розробка моделі деформівності матеріалу заготовок передбачає вибір моделі підсумовування пошкоджень. Основні види моделей підсумовування наведено в [1]. Розв'язання різних задач оцінки деформовності на основі таких моделей наведено у працях [2÷8].

Одним з елементів моделі деформівності матеріалу заготовок є залежність граничних деформацій матеріалу від багатьох аргументів: інваріантних показників напруженого стану, температури, швидкості деформацій та ін. Стосовно процесів холодного деформування традиційно таку залежність подають у вигляді кривої або поверхні. Методику побудови аналітичних представлень подібних кривих та їх використання можна знайти в працях [4, 7,

9, 10]. В останні десятиліття спостерігається сплеск закордонних публікацій з побудови поверхонь граничних деформацій для листових матеріалів [11÷13].

В складі будь-якої моделі деформівності матеріалу заготовок має бути аналітичне представлення траєкторії деформування макрочастинок матеріалу небезпечної ділянки заготовки. Різні підходи до побудови таких траєкторій та отримані результати для різних схем пластичного деформування можна знайти в працях [4, 7, 10]. Методика побудови траєкторії деформування макрочастинок бічної поверхні трубних заготовок під час висаджування ресурсощадним методом штампування обкочуванням наведено в [14]. При цьому було використано підхід, що передбачає побудову диференціального рівняння між компонентами приростів пластичних деформацій, з подальшою ідентифікацією параметрів його розв'язку на основі експериментальних даних.

В результаті побудовано та проаналізовано модель деформівності матеріалу під час висаджування зовнішніх фланців на трубних заготовках конічним валком

$$\psi(t) = \frac{\sqrt{3}}{6 \cdot e_k^*} \cdot m \cdot \int_0^t \frac{\sqrt{f^2(\theta, x) + 12}}{\cos^2(x)} \times \left(2 \cdot e_k^* \cdot e_p^* \right)^{-\frac{\frac{3}{2}(2+f(\theta, x))}{\sqrt{9+\frac{3}{4}f^2(\theta, x)}}} \times \left[\left((e_k^*)^2 - e_c^* \cdot e_p^* \right) \cdot \frac{\frac{3}{2} \cdot (2+f(\theta, x))}{\sqrt{9+\frac{3}{4}f^2(\theta, x)}} + (e_k^*)^2 + e_c^* \cdot e_p^* \right]^{\frac{\frac{3}{2}(2+f(\theta, x))}{\sqrt{9+\frac{3}{4}f^2(\theta, x)}}} dx, \quad 0 \leq \psi(t) < 1. \quad (1)$$

де

$$f(\theta, x) = 2 - (1 + \theta) \cdot (1 + 3 \cos^2(x)); \quad (2)$$

$e_c^*, e_k^*, e_p^*, m, \theta$ - параметри, що визначаються на основі експериментальних даних.

References

1. Mykhalevych V. M. Tenzorni modeli nakopychennia poshkodzhen. Vinnytsia : UNIVERSUM–Vinnytsia, 1998. 195 s. ISBN 966-7199-20-7.

2. Matviychuk V. A, Aliev I. S. Sovershenstvovanie protsessov lokalnoy rotatsionnoy obrabotki davleniem na osnove analiza deformiruemosti metallov: Monografiya. Kramatorsk: DGMA, 2009. 268 s. ISBN 978-966-379-317-7.
 3. Matviichuk V. A., Mykhalevych V. M., Kolisnyk M. A. Otsinka deformovnosti materialu zahotovok pry priamomu i zvorotnomu vytyskuvanni metodom shtampuvannia obkochuvanniam. *Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh*. Vinnytsia: VNAU. 2022. № 1(104). S. 81-91.
 4. Mykhalevych V. M., Matviichuk V. A., Kolisnyk M. A. Otsinka deformovnosti materialu pry vysadzhuvanni elementiv zahotovok metodom shtampuvannia obkochuvanniam. *TEKhNIKA, ENERHETYKA, TRANSPORT APK*. Vinnytsia: VNAU. 2022. № 2 (117). S. 104-114.
 5. Mykhalevych V. M., Matviichuk V. A., Kolisnyk M. A. Otsinka deformovnosti materialu zahotovok pry priamomu vydavliuvanni metodom shtampuvannia obkochuvanniam. *Obrobka materialiv tyskom: zbirnyk naukovykh prats*. Kramatorsk : DDMA. 2022. №1(51). S. 87-97. DOI: 10.37142/2076-2151/2022-1(51)87.
 6. Mykhalevych V. M., Matviichuk V. A., Bubnovska I. A. Otsinka deformovnosti materialu zahotovok pry valtsiuvanni. *TEKhNIKA, ENERHETYKA, TRANSPORT APK*. Vinnytsia: VNAU. 2021. № 2(113). S. 22-30.
 7. Matviichuk, V., Bubnovska, I., Mykhalevych, V., Kovalchuk, M., Wójcik, W., Tuleshov, A., & Imanbek, B. Tensor models of accumulation of damage in material billets during roll forging process in several stages. «*Mehatronics*» Vol. II. London: Taylor & Francis Group, CRC Press, Balkema book. 2021. p. 111-120. ISBN 9781032105857. doi: 10.1201/9781003225447-10.
 8. Mykhalevych V. M., Dobraniuk Yu. V., Matviichuk V. A., Trach Ye. A. Modeli pidsumovuvannia rozsiianykh poskodzhen v protsesakh plastychnoho deformuvannia. *Visnyk Nats. tekhn. un-tu «KhPI» : zb. nauk. pr. Temat. vyp. : Innovatsiini tekhnolohii ta obladnannia obrobky materialiv u mashynobuduvanni ta metalurhii*. Kharkiv: NTU «KhPI». 2014. № 43 (1086). S. 98-103.
 9. Mihalevich V. M., Alieva L. I. Approksimatsiya krivyih predelnoy deformatsii splayn-funktsiyami. *Obrabotka metallov davleniem: sbornik nauchnykh trudov*. Kramatorsk : DGMA. 2010. #3(24). S. 3-10.
 10. Mikhalevich V. M., Lebedev A. A., Dobranyuk Yu. V. Modeling of plastic deformation in a cylindrical specimen under edge compression. *Strength of Materials*. Volume 43, Number 6 (2011), P. 591-603, doi:10.1007/s11223-011-9332-7.
 11. Mykhalevych V. M., Dobraniuk Yu. V., Kraievskiy O. V. Porivnialne doslidzhennia modelei hranychnykh plastychnykh deformatsii. *Visnyk mashynobuduvannia ta transportu*. Vinnytsia: VNTU. 2018. № 2(8). S. 56-64.
 12. Volodymyr Mykhalevych, Yurii Dobraniuk, Victor Matviichuk, Volodymyr Kraievskiy, Oksana Tiutiunnyk, Saule Smailova, Ainur Kozbakova. *A comparative study of various models of equivalent plastic strain to fracture. Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska*. 2023. № 1. P. 54-70. DOI: <http://doi.org/10.35784/iapgos.3496>
 13. Sukhorukov S. I., Kotsiubivska K. I., Syvak I. O. Otsinka deformuiemosti zahotovok pry poperechno-klynovii prokattsi [Tekst]. *Naukovi notatky*. Lutsk, 2009. № 25. S. 272-275.
 14. Volodymyr Mykhalevych, Yurii Dobraniuk, Victor Matviichuk, Volodymyr Kraievskiy, Oksana Tiutiunnyk, Saule Smailova, Ainur Kozbakova. *A comparative study of various models of equivalent plastic strain to fracture. Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska*. 2023. № 1. P. 54-70. DOI: <http://doi.org/10.35784/iapgos.3496>.
-

Oleksii Mykhalevych

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman, Kyiv, Ukraine

e-mail: mikhail.alex@gmail.com

THE TASK OF DETERMINING POTENTIAL PAYERS OF MOBILE APPLICATIONS

Abstract. Market development trends associated with the use of mobile applications running on one of two operating systems: Android or iOS are considered. A practical task is formulated that reflects the interests of companies developing mobile applications. An approach to the construction of mathematical models for solving this problem is indicated.

Key words and phrases: mobile applications, mathematical model, subscription offers, potential payer.

В цей час спостерігається нарощення обсягів використання застосунків в мобільних телефонах. Майже всі пристрої використовують одну із двох операційних систем: Android або iOS .

Нами проведено стислий аналіз доходу різних ринків від використання мобільних застосунків та розглянуто основні методи монетизації цього бізнесу.

Серед цих методів варто відзначити такі традиційні методи, як показ реклами; отримання комісії з продажу товарів або послуг; пропозиції підписки; вбудовані платежі.

Аналіз вказаних та інших методів показує, що зручним та перспективним є спосіб, що передбачає створення своєї внутрішньозастосункової економіки з віртуальними товарами, послугами та платежами. Спочатку цей спосіб використовувався та вдосконалювався переважно в застосунках типу ігор. Зараз цей спосіб набуває високої популярності в широкому спектрі мобільних застосунків.

З точки зору кампаній – розробників застосунків, важливими є задачі знаходження, залучення та втримання клієнтів, які є потенційними платниками.

Серед багатьох показників, що допомагають у вирішенні поставлених задач, на наш погляд, одним з найважливіших є показник, або сукупність показників, що надають можливість визначити потенційних платників серед клієнтів, які вперше скористалися застосунком.

З огляду на результати, що представлені в науковій літературі, зокрема, в працях [1÷7], фективні рішення поставлених задач можуть бути знайдені за допомогою застосування сучасних методів аналізу даних та “machine learning”.

На наш погляд, такий підхід надасть можливість побудувати моделі, що допоможуть ранжувати користувачів за різними категоріями. Це є важливою передумовою розробки ефективної стратегії пропозицій, спрямованої на ці категорії користувачів.

References

1. Matviychuk A. V. Artificial intelligence in the economy: neural networks, fuzzy logic: monograph / A. V. Matviychuk. Kyiv: KNEU, 2011. 439 p.
 2. Kiv A., Soloviev V., Semerikov S., Danylchuk H., Kibalnyk L., Matviychuk A. Experimental economics and machine learning for prediction of emergent economy dynamics. *CEUR Workshop Proceedings 2422* (2019) 1–4. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2422/paper00.pdf>.
 3. Matviychuk A., Novoseletskyy O., Vashchaiev S., Velykoivanenko H., Zubenko I. Fractal analysis of the economic sustainability of industrial enterprise. *CEUR Workshop Proceedings 2422* (2019) 455–466.
 4. Matviychuk A., Strelchenko I., Vashchaiev S., Velykoivanenko H. Simulation of the crisis contagion process between countries with different levels of socio-economic development. *CEUR Workshop Proceedings 2393* (2019) 485–496.
 5. Bielinskyi A. O., Khvostina I., Mamanazarov A., Matviychuk A., Semerikov S., Serdyuk S., Solovieva V., Soloviev V. N. Predictors of oil shocks. Econophysical approach in environmental science. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 628* (2021) 012019. doi:10.1088/1755-1315/628/1/012019.
 6. Bielinskyi A. O., Hushko S. V., Matviychuk A. V., Serdyuk O. A., Semerikov S. O., Soloviev V. N. Irreversibility of financial time series: a case of crisis. *CEUR Workshop Proceedings* (2021).
 7. Matviychuk A., Novoseletskyy O., Vashchaiev S., Velykoivanenko H., Zubenko I. Fractal analysis of the economic sustainability of industrial enterprise. *CEUR Workshop Proceedings 2422* (2019) 455–466.
-
-

Oleksii Panasenko, Ph. D.

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

PREDICTIVE POWER ANALYSIS OF THE HIGUCHI DIMENSION OF TIME SERIES

Abstract. The Higuchi dimension of a time series is the analogue of the fractal dimension of a fractal function graph. The paper discusses the problem of whether this time series feature is a good predictor of financial time series behaviour.

Keywords: time series, Higuchi dimension.

Моделювання часових рядів – традиційна і важлива задача математичного моделювання. Сучасні алгоритми машинного і глибинного навчання підняли моделювання часових рядів на якісно новий рівень. Разом з тим актуальним залишається пошук таких характеристик часового ряду, які були б сильними предикторами в задачі прогнозування значень ряду в короткостроковому і довгостроковому майбутньому.

Однією з цікавих характеристик часового ряду є його розмірність Гігучі. Ця характеристика введена в роботі [1]. В ній автор здійснив спробу перенести поняття фрактальної розмірності на випадок часових рядів (тобто функцій, в яких аргумент є часом). Традиційний підхід до означення фрактальної розмірності (наприклад, клітинкової) у випадку часових рядів не працює в силу того, що дані по осям мають різну природу. Разом з тим, іще з робіт Б. Мандельброта була помічена статистична самоафінність деяких часових рядів (зокрема, фінансових): обравши підмножину часового ряду і змінивши масштаб, можна отримати графік нового часового ряду із ідентичними статистичними властивостями, що і у вихідного ряду. Це наштовхувало на думку про можливість введення певного аналогу фрактальної розмірності для кількісного вимірювання таких властивостей самоафінності. Однією такою характеристикою є показник Херста, ще однією – фрактальна розмірність Гігучі.

Наведемо означення розмірності Гігучі часового ряду. Нехай $X(1), X(2), \dots, X(N)$ – заданий часовий ряд, виміряний в моменти часу $1, 2, \dots, N$. Для цілих m і k , які відповідно позначають початковий момент часу і часовий інтервал, будуються такі ряди X_k^m :

$$X(m), X(m+k), X(m+2k), \dots, X\left(m + \left\lfloor \frac{N-m}{k} \right\rfloor k\right), \quad m=1, 2, \dots, k$$

Наприклад, якщо $N=100$, $k=4$, то отримаємо такі чотири підряди часового ряду:

$$\begin{aligned} X_4^1 &= X(1), X(5), \dots, X(97), & X_4^2 &= X(2), X(6), \dots, X(98) \\ X_4^3 &= X(3), X(7), \dots, X(99), & X_4^4 &= X(4), X(8), \dots, X(100). \end{aligned}$$

Далі означається «довжина» кривої X_m^k у такий спосіб:

$$L_m(k) = \frac{1}{k} \left(\sum_{i=1}^{\left\lfloor \frac{N-m}{k} \right\rfloor} (X(m+ik) - X(m+(i-1)k)) \right) \cdot \frac{N-1}{\left\lfloor \frac{N-m}{k} \right\rfloor k}.$$

Після цього обчислюється «довжина» кривої для часового інтервалу довжини k $L(k)$ як середнє значення по всіх рядах $L_m(k)$. Якщо $L(k) \propto k^{-D}$, то D називається фрактальною розмірністю (розмірністю Гігучі) часового ряду.

На практиці зазвичай роблять так: нехай $I = \{k \in \{1, \dots, k_{\max}\} : L(k) \neq 0\}$ і

розглядається набір $Z = \left\{ \left(\log \frac{1}{k}, \log L(k) \right) : k \in I \right\}$. Далі виучується лінійна регресія на значеннях Z (шляхом мінімізації похибки методом найменших квадратів). Кутовий коефіцієнт D прямої регресії – фрактальна розмірність Гігучі часового ряду. Якщо множина індексів I порожня або містить лише один елемент, то D вважають рівним 1.

В статті [3] аналізується зв'язок розмірності Гігучі із клітинковою розмірністю графіка обмеженої функції $f: [0,1] \rightarrow R$. Доведено, що застосування такого методу дає розумну оцінку клітинкової розмірності графіка функції f . Крім цього, в цій же роботі досліджено робастність такого методу оцінки клітинкової розмірності, зокрема, доведено, що він може бути нестабільним при збуреннях.

З'являються роботи, в яких вивчається наскільки фрактальна розмірність Гігучі часового ряду може бути гарним предиктором в різних задачах передбачення (наприклад, [2]). Нами така задача досліджувалась на даних фінансових часових рядів. Для моделювання використовувались алгоритми градієнтного бустингу на деревах прийняття рішень (LightGBM) та випадкового

лісу (RandomForest). Було обчислено понад 200 різних статистичних показників часового ряду, включно із спеціальними технічними індикаторами фінансових часових рядів. В якості цільової змінної використовувались як регресійні (передбачення того, в яких межах зміниться ціна впродовж наступного проміжку часу), так і категоріальні (чи перетне ціна коридор цін впродовж наступного проміжку часу). Усі наші експерименти показали, що розмірність Гігучі володіє в порівнянні із іншими характеристиками та технічними індикаторами відносно сильною предиктивною силою, а наявність таких атрибутів покращує точність. Аналіз кількості інформаційного виграшу, який привносять показники розмірності Гігучі, ставить її однією із найважливіших інформативних ознак часового ряду. Це дає підстави стверджувати, що розмірність Гігучі є важливою характеристикою для передбачення фінансових часових рядів.

References

1. Higuchi T. Approach to an irregular time series on basis of the fractal theory / *Physica D.*, Vol. 31 (1988). P. 277-283.
2. Kawe T.N.J., Shadli S.M., McNaughton N. Higuchi's fractal dimension, but not frontal or posterior alpha asymmetry, predicts PID-5 anxiousness more than depressivity / *Sci.Rep.*, 2019 Dec. 23; 9(1). 19666. doi: 10.1038/s41598-019-56229-w.
3. Liehr L., Massopust P. On the mathematical validity of the Higuchi method / *Physica D: Nonlinear Phenomena*, Vol. 402 (2020). 132265. doi: 10.1016/j.physd.2019.132265.

Sergii Polozhaenko, Dr. Sc.

Oleksandr Fomin, Dr. Sc.

Valentyn Krykun

Andrii Orlov

Andrii Prokofiev

Odessa Polytechnic National University, Odesa, Ukraine

e-mails: polozhaenko@op.edu.ua, fomin@op.edu.ua, 9901053@stud.op.edu.ua,
9901020@stud.op.edu.ua, fallbrick1985@gmail.com

USE OF DYNAMIC NEURAL NETWORKS FOR MODELING NONLINEAR OBJECTS WITH SIGNIFICANT NONLINEARITY

Abstract. The problem of nonlinear modeling of objects based on dynamic neural networks is solved. Existing approaches to the construction of dynamic models, their disadvantages and advantages are considered. Typical types of significant nonlinearities and their properties are considered. The use of neural networks with time delays for building dynamic models of objects with significant nonlinearities is substantiated.

Keywords: nonlinear dynamic object, significant nonlinearity, neural networks with time delay.

Сьогодні, внаслідок розвитку технологій та науки, у практичних додатках все частіше розглядаються динамічні об'єкти управління, які характеризуються суттєво нелінійними властивостями. Завдяки цим характеристикам об'єкти можуть функціонувати у складніших режимах, ніж об'єкти з характеристик у вигляді лінійних або неістотних нелінійних функцій [1]. Під несуттєво нелінійною функцією слід розуміти випадок, коли нелінійна функція та її похідні першого та другого порядку безперервні у всьому діапазоні зміни вхідного сигналу. Нелінійні ланки, що не задовольняє цій умові, вважаються як суттєві нелінійності.

Для успішної взаємодії з подібними об'єктами (вирішення завдань контролю, управління, діагностування) в першу чергу необхідно забезпечити їхнє адекватне математичне забезпечення та ефективні засоби моделювання. Однак наявність суттєво нелінійних характеристик робить застосування існуючих аналітичних методів неефективним. Такі моделі не відбивають всіх властивостей реального об'єкта, тому не можуть забезпечити високу точність ідентифікації [2].

Актуальним підходом для моделювання нелінійних динамічних об'єктів є апарат штучних нейронних мереж [3, 4]. Цю роботу спрямовано на дослідження нейронних мереж для моделювання динамічних об'єктів управління з суттєво нелінійними характеристиками.

Метою роботи є підвищення точності моделювання динамічних об'єктів із суттєвими нелійнностями у вигляді кусочно-лінійних характеристик з використанням нейромережових моделей, виявлення сфери їх ефективного застосування.

Серед існуючих видів динамічних нейромережових моделей нейронні мережі з тимчасовими затримками (НМЧЗ) є найбільш загальними структурами, що, здатна аналізувати дані зі зрушенням у часі [5, 6]. Такі моделі здатні навчатися на основі даних експерименту вхід-вихід нелінійних динамічних

об'єктів і мають гарні властивості збіжності, які є перевагами порівняно з іншими нейромережевими моделями.

Вихідний сигнал НМЧЗ в момент часу t_k залежить не тільки від вхідного сигналу $x(t)$ в даний момент часу, але і від значень вхідних сигналів $x(t-1)$, $x(t-2)$, ... , $x(t-M)$ у моменти часу $t-1$, $t-2$, ..., $t-M$ відповідно, де M – довжина затримки (системна пам'ять). Вихідний сигнал $y(t)$ такої моделі визначається за формулою:

$$y(n) = b_0 + s_0 \sum_{i=0}^K r_i^2 S_i \left(b_i + \sum_{j=0}^M r_{i,j}^1 x(n-j) \right) \quad (1)$$

де b_0 , b_i – зміщення нейронів вихідного та вхідного шарів відповідно; S_0 , S_i – функції активації нейронів вихідного та вхідного шарів відповідно; r_i^2 , $r_{i,j}^1$ – вагові коефіцієнти нейронів вихідного та вхідного шарів відповідно; $y(t)$ – вхідний сигнал у вигляді послідовності $M+1$ наборів даних, зрушених на одне значення відносно попереднього надходить на нейрони вхідного шару нейронної мережі.

Апробація запропонованого підходу до побудови динамічних моделей на основі НМЧЗ досліджено на прикладі тестового динамічного об'єкту з кусочно-лінійними характеристиками у зворотному зв'язку [7, 8].

Висновки. Наукова новизна полягає у використанні нейровмережових моделей з часовими затримками для моделювання динамічних об'єктів із суттєвими нелінійностями у вигляді кусочно-лінійних характеристик.

Практична користь розробленого підходу полягає у підвищенні точності моделювання нелінійних динамічних об'єктів у порівнянні з лінійними моделями та моделями з несуттєвою нелінійністю.

Запропонований підхід апробований на тестовому нелінійному об'єкті. Результати експерименту демонструють підвищення точності моделювання у порівнянні з моделями з несуттєвою нелінійністю на 7-10%.

References

1. C. Rudin and J. Radin, "Why are we using black box models in AI when we don't need to? A lesson from an explainable AI competition", Harvard Data Science Review, vol. 2, no. 1, 2019.
2. J. Sen, "Machine Learning – Algorithms, Models and Applications", London, United Kingdom, IntechOpen, 2021.
3. W. Liu, Y. Su and L. Zhu, "Nonlinear Device Modeling Based on Dynamic Neural Networks: A Review of Methods," 2021 IEEE 4th International Conference on Electronic Information and Communication Technology (ICEICT), Xi'an, China, 2021, pp. 662-665.
4. W. Samek, G. Montavon, S. Lapuschkin, C. J. Anders and K.-R. Müller, "Explaining Deep Neural Networks and Beyond: A Review of Methods and Applications", Proceedings of the IEEE, vol. 109, no. 3, 2021, pp. 247-278.
5. M. Sugiyama, H. Sawai and A. H. Waibel, "Review of TDNN (time delay neural network) architectures for speech recognition", IEEE International Symposium on Circuits and Systems, vol. 1, 1991, pp. 582-585.
6. L. Wenyuan, L. Zhu, F. Feng, W. Zhang, Q.-J. Zhang, L. Qian and G. Liu, "A time delay neural network based technique for nonlinear microwave device modelling, in: Micromachines", Basel, vol. 11, no. 9, 2020, p. 831.
7. Fomin, O., Polozhaenko, S., Krykun, V., Orlov, A., Lys, D. (2023). Interpretation of Dynamic Models Based on Neural Networks in the Form of Integral-Power Series. In: Arsenyeva, O., Romanova, T., Sukhonos, M., Tsegelnyk, Y. (eds) Smart Technologies in Urban Engineering. STUE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 536. Springer, Cham. Pp. 258-265.
8. S. Polozhaenko, O. Fomin, A. Orlov, V. Krykun and D. Lys, "Interpretation Method for Dynamic States Neural Network Models", 2022 IEEE 3rd International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC), 2022, pp. 1-5.

Viktor Shchyrba*, Ph. D.

Olesia 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

OPTIMISATION OF CALCULATIONS IN THE STUDY OF SPARSE MODELS OF HIGH DIMENSIONALITY

Abstract. The problem of speed and efficiency of obtaining a solution of a large-dimensional SLAR with a sparse matrix is studied.

Keywords: SLAR solving algorithms, sparse matrices.

Досить часто, наприклад при моделюванні складних процесів методом лінеаризації, доводиться мати справу з прикладними задачами, математичні моделі яких зводяться до задачі розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Потреба їх розв'язування може бути як самостійною задачею (наприклад, аналіз рівноваги сил у жорсткій системі балок або дослідження умов та параметрів рівноваги хімічної реакції тощо), так і етапом проміжних алгоритмів комп'ютерного дослідження (наприклад, у методі внутрішньої точки), коли встановлюються лінійні залежності між певними величинами і потрібно визначити, при яких значеннях вони виконуються.

В обох випадках практична цінність чисельного методу в значній мірі визначається швидкістю і ефективністю отримання розв'язку. Важливе практичне значення таких систем зумовило розробку чималого арсеналу різних методів розв'язування систем лінійних рівнянь. В абсолютній більшості вони передбачають, що система сумісна та визначена, і поділяються на точні та наближені методи.

Універсальними методами розв'язання СЛАР є метод Гауса та його модифікації, але для дослідження складних систем вони малоефективні. При виборі того чи іншого методу варто зосереджуватися саме на швидкості і ефективності отримання розв'язку. Для розв'язування системи рівнянь з декількома тисячами невідомих за допомогою комп'ютера у методі Гауса на цю операцію може знадобитися декілька годин.

Ітераційний метод стає особливо зручним при розв'язуванні систем, переважна кількість коефіцієнтів яких дорівнює 0. Отже, ітераційні методи розв'язування СЛАР ефективно використовуються для розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь великої розмірності з розрідженими матрицями [1]. При створенні алгоритмів розв'язування задач з розрідженими матрицями велике значення має вибір способів задання та збереження ненульових елементів. Складність ефективної обробки розріджених матриць привела до створення великої кількості форматів для компактного зберігання розріджених

даних [2]. Оптимальність того чи іншого формату залежить не лише від рівня економічного використання машинної пам'яті, але й від зручності оперування цими даними у закодованому вигляді.

Для ітераційних методів рекомендуємо зберігати розріджену матрицю зберігається з використанням трьох масивів:

- `aelem` – містить всі ненульові елементи матриці, перераховані по рядках;
- `номер_r` – містить стільки елементів, скільки є невідомих, і для кожного з них вказує кількість ненульових елементів у відповідному рядку;
- `номер_s` – містить номери стовпців відповідних ненульових елементів.

Було проведено ряд чисельних експериментів розв'язання СЛАР методом Зейделя різної розмірності (n – кількість невідомих) без та з врахування розрідженості матриці. Зокрема, при $n=6$ час виконання завдання в секундах співпадав при обох методах. При $n=60$ алгоритм завершив роботу за 31 секунду при звичайному поданні матриці і на 4 секунди швидше при врахуванні розрідженості. При $n=600$ алгоритм завершив роботу за 62 секунди при звичайному поданні матриці і на 8 секунд швидше при врахуванні розрідженості. При великій розмірності різниця була в десятки разів кращою на користь ітераційних методів.

References

1. George A., Liu J. Numerical solution of large sparse systems of equations. M.: Mir, 1984, 333 p.
 2. Stirenko S.G., Zinenko O.I. Storage of sparse matrices of large dimensions in a system with local memory / Bulletin of NTUU "KPI" Informatics, management and computing. Coll. of science works K.: "Vek+", 2010. No. 52. pp. 111-117.
-

SECTION 4. CREATION OF EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE IN HIGHER EDUCATION

Olena Fonariuk, Ph. D.

Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine

e-mail: efonariuk@gmail.com

DIGITIZATION OF THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN HIGHER EDUCATION

Abstract. The purpose of the digital transformation of higher education institutions is to increase the efficiency and quality of activities by reducing time and effort by transferring all processes of information interaction to the digital space. Both management and training require this.

Key words and phrases: institutions of higher education, digitization, digital technologies, educational environment, blended learning.

Цифровізація – сучасний тренд суспільного розвитку. Цей процес передбачає впровадження цифрових технологій у всі сфери життя. Цифровізація в найширшому розумінні означає перенесення діяльності з реального світу у віртуальний.

Розвиток сучасних закладів вищої освіти (ЗВО) вимагає переходу до цифрової трансформації в усіх сферах освітньої діяльності. Метою цифрової трансформації є підвищення ефективності та якості діяльності шляхом скорочення часу та зусиль через переведення всіх процесів інформаційної взаємодії в цифровий простір. Цього вимагає як управління, так і навчання.

Підтримання якості професійної підготовки відповідно до національних стандартів та міжнародних вимог, впровадження методів ефективного управління об'єктно-орієнтованим динамічним навчальним середовищем, інтеграція ЗВО у національний та світовий інформаційний простір – усе це результати цифровізації освітнього середовища [4].

Основні напрямки цифровізації освітніх процесів включають доповнену реальність, віртуальну реальність та змішану реальність, хмарні технології, мобільні та інтернет-технології, дистанційне навчання, відкриті онлайн-курси, гейміфікацію освітніх процесів, цифрові бібліотеки тощо.

В освітньому середовищі цифрові інструменти дозволяють викладачам створювати умови для активної реалізації освітнього процесу, зокрема їх доцільно класифікувати на [1]: інструменти, призначені для постановки освітньої проблеми, викладу підсумку дослідження (Google Диск, сайт Google); інструменти, призначені для перегляду та інтеграції знань, тренування критичного мислення (Learningapps, Educaplay, Flippity); інструменти, призначені для організації групової роботи, рефлексії (MindMeister, Casoo, Bubblus, Mindomo); інструменти, призначені для організації самостійних завдань (Glogster, ThingLink, Google Drive).

Цифрові технології дозволяють розробляти навчальні курси мобільно, диференційовано та індивідуально. Такі заняття характеризуються адаптивністю, керованістю, інтерактивністю, поєднанням індивідуальної та групової роботи, необмеженістю навчального часу. Цифрові технології сприяють створенню інноваційного цифрового середовища у вищій освіті, що зміцнює комунікативні стосунки всіх учасників освітнього процесу; створюють умови для самореалізації, співпраці та рефлексії; підсилюють традиційні методи навчання інноваційною формою подання інформації. Це забезпечує інтерактивну та інформативну взаємодію в процесі навчання. Використання цифрових технологій у процесі педагогічної взаємодії стає більш гнучким, персоналізованим та доступним [3].

Активне впровадження в освіту цифрових технологій є важливим фактором модернізації системи освіти та відповідає вимогам її реформування. Цифровізація освітнього середовища в ЗВО відкриває багато нових можливостей для викладачів і здобувачів, підвищуючи ефективність освітнього процесу.

References

1. Antonova O. E., Familyarska L. L. The use of digital technologies in the educational environment of a higher education institution. Electronic scientific publication *Open educational e-environment of a modern university*. 2019. P. 10-22 (in Ukrainian).
2. The 2018 digital university. Staying relevant in the digital age. URL: <https://www.pwc.co.uk/assets/pdf/the-2018-digital-university-staying-relevant-in-the-digital-age.pdf>
3. Tsyunyak O. P. The use of digital technologies in the professional training of future teachers in institutions of higher education. *Pedagogy of creative personality formation in higher and secondary schools*. 2021. No. 75, V. 3. P. 128 132 (in Ukrainian).
4. Zaspа G.O., Oksamitna L.P., Karapetyan A.R. Methodological foundations of creating information technology in the digital space of higher education institutions. *Scientific and educational innovation center of social transformations*. – 2022. – P. 206-222. – removed from https://reicst.com.ua/asp/article/view/monograph_paradigmatic_03_2022_05_02 (in Ukrainian).

Khomyuk Irina *, Dr. Sc.

Khomyuk Victor **, Ph. D.

Kyrylashchuk Svitlana ***, Ph. D.

* Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,
Ukraine

e-mail: vikiraivh@gmail.com

** Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,
Ukraine

e-mail: vikiravvh@gmail.com

*** Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,
Ukraine

e-mail: kyrylashchuk@vntu.edu.ua

EXPERIENCE IN THE IMPLEMENTATION OF THE INFORMATION AND COMMUNICATION EDUCATIONAL ENVIRONMENT FOR TEACHING HIGHER MATHEMATICS AT THE VINNYTSIA NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY

Abstract. The study analyzed the information and communication technologies of education, which require active use in the educational process and constant improvement. One of the resources for creating an information and communication environment as a component of the educational environment for the professional training of future engineers at VNTU is characterized - the JetIQ system.

Key words and phrases: information and communication subject environment, higher mathematics, JetIQ system.

Сучасна освітня система інформаційного суспільства формується завдяки інформатизації освіти внаслідок впровадження та використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Впровадження ІКТ в освітній процес зараз – вимога часу.

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

У низці сучасних досліджень розробляються різні аспекти використання ІКТ та визначення специфіки навчальних середовищ, які засновані на комп'ютерних та інформаційно-комунікаційних технологіях. Так, науковець Ю. Жук, трактує предметне (навчальне) середовище як «середовище, у якому забезпечуються умови інформаційної взаємодії в процесі навчання певного навчального предмету (предметам) між учителем, учнем і засобами навчання, що функціонують на базі інформаційно-комунікаційних технологій» [1]. Своєю чергою І. Роберт стверджує, що інформаційно-комунікаційне предметне середовище – сукупність умов, що забезпечують інформаційну взаємодію між користувачами і інтерактивними засобами навчання деякої предметної області [2]. З огляду на дослідження науковців вважаємо, що інформаційно-комунікаційне освітнє середовище містить в собі: технічне середовище, предметне середовище, програмне середовище та методичне середовище, кожне з яких виконує певні функції освітнього процесу.

На основі теоретичного аналізу науково-методичної літератури, нами визначено інформаційно-комунікаційне предметне середовище навчання вищої математики як сукупність умов, які б сприяли ефективному досягненню освітніх результатів навчання вищої математики та засновані на виникненні, розвитку

процесів навчальної інформаційної взаємодії між студентом (студентами), викладачем засобами ІКТ, цифровими засобами навчання предметної області [3]. В такому середовищі реалізується: надання навчальної інформації; здійснюється комунікація між учасниками освітнього процесу; забезпечується індивідуальна, групова і самостійна робота.

Презентуємо досвід реалізації інформаційно-комунікаційного освітнього середовища навчання вищої математики у Вінницькому національному технічному університеті. Одним із ресурсів створення інформаційно-комунікаційного середовища як компонента освітнього середовища професійної підготовки майбутніх інженерів у ВНТУ є система JetIQ. Саме дана система є власною локальною мережею ЗВО, що забезпечує доступ до всіх ресурсів закладу, а також до глобальної мережі, і в свою чергу, є однією із найважливіших передумов впровадження ІКТ в освітній процес (рис. 1).

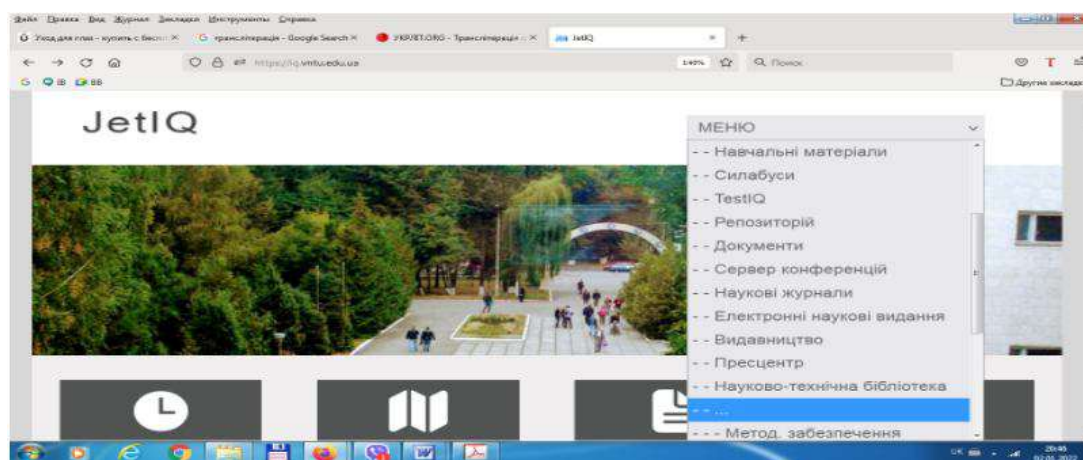


Рис. 1. Веб-сторінка системи підтримки освітнього процесу JetIQ ВНТУ

Викладачі вищої математики за допомогою системи JetIQ створюють необхідне освітнє середовище, яке дозволяє студентові в повному обсязі оволодіти програмою курсу вищої математики [4]. Саме за допомогою даної електронної системи: 1) викладач може: здійснювати управління освітнім процесом, моніторити результати навчання студентів різних груп, засвоєння ними тієї чи іншої теми, слідкувати за відвідуванням занять студентами, у разі якщо викладач є куратором, то він має змогу слідкувати за успішністю всієї

кураторської групи; 2) студент має можливість слідкувати за власними результатами навчання, постійно комунікувати з викладачем, куратором, деканатом; 3) деканат має можливість слідкувати за успішністю, заборгованістю, відвідуванням занять студентами.

Діюча електронна система включає в себе наступні модулі: підтримки науково-дослідної та науково-методичної роботи; зв'язку з науковим та методичним репозиторіями; можливості оперативного опитування студентів щодо вибору дисциплін; взаємодії з викладачами та деканатом; публікації новин; користування корпоративною електронною поштою; зв'язку з наукометричними базами; створення електронних посібників тощо.

Викладачі кафедри вищої математики для реалізації освітнього процесу в дистанційній формі використовують крім електронної системи управління освітнім процесом і підтримки методичної та наукової роботи JetIQ ще й інші платформи для дистанційного навчання, зокрема Google Meet, Zoom. Для надання доступу студентам до електронних ресурсів з дисципліни вища математика викладачі використовують навігатори навчальних ресурсів (ННР), де розміщують всі необхідні матеріали курсу. В структурі навігатора зазвичай відображено навчальну програму дисципліни; конспект лекцій із посиланнями для завантаження; слайди-лекції (розроблені у Power Point); наочні навчальні відеоматеріали до певних питань лекцій; приклади розв'язання задач; задачі для самостійного виконання; покрокові вказівки-алгоритми; тренувальні тестові завдання в онлайн режимі; підсумкові тестові завдання; рекомендовану літературу з посиланнями для завантаження. У таких умовах організації освітнього процесу навігатор виступає як засіб: допоміжний для викладача під час проведення занять; основний для студента в процесі самостійного опанування матеріалу. Контроль за результатами навчання студентів викладачі здійснюється за: 1) показниками присутності студентів в системі JetIQ; 2) проходженням поточного та підсумкового тестового контролю; 3) за результатами оцінювання письмових робіт (надіслані файли викладачу); 4)

активності студентів при проведенні відео-конференцій; 5) підтримки навчальної активності за допомогою месенджерів.

Отже, аналіз наукових джерел та вивчення досвіду науковців у контексті інформаційно-комунікаційних технологій навчання відкриває широкі можливості для їхнього використання на заняттях математики як ресурсу створення інформаційно-комунікаційного середовища.

References

1. Zhuk Yu.O. The student's personal space in a computer-oriented learning environment. *Journal of Information technologies and teaching aids*. 2018. Vol. 2, No 3. P. 29.
2. Sokolyuk O.M. Peculiarities of the formation of the information and communication environment for teaching physics. *Scientific notes. Series: Problems of the methodology of physical, mathematical and technological education*. 2016. Vol. 1. P. 169.
3. Khomyuk I.V., Kyrylashchuk S.A, Khomyuk V.V. The use of blended learning technology in higher mathematics classes at technical higher education institutions. *Scientific notes of Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsyubynskyi. Series: pedagogy and psychology*. 2020. №64. P. 21–28.
4. Khomyuk V.V., Kyrylashchuk S. A. Formation of the basic level of mathematical competence in mathematics lessons in the context of developmental learning : Collective monograph. Vol. 2. Venice. Italy. 2021. P. 302-311.

Alona Kolomiets*, Ph. D.

Nadaya Dubova **

* Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,
Ukraine

e-mail: alona.kolomiets.vnt@gmail.com

** Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,
Ukraine

e-mail: dubova1953@gmail.com

DISTANCE EDUCATION IN HIGHER TECHNICAL SCHOOL: PROBLEMS AND SEARCH FOR SOLUTIONS

Abstract. The work examines the problems faced by students during distance learning. The method of "artificial errors" is proposed, which allows solving two tasks: to carry out repetition and systematization of educational material, control of students' assimilation of knowledge.

Key words: mathematical training, higher technical school, method of «artificial errors».

Освітня парадигма в умовах змішаного навчання зумовлює інтенсивне формування низки вмінь студентів. Зокрема:

- підвищення рівня самодисципліни та самоорганізації у студентів,
- формування на високому рівні вміння орієнтуватися у освітньо-інформаційному середовищі,
- формування гнучкості мислення,
- вміння доводити розпочату справу до кінця та інші.

Всі перераховані вміння є необхідними для вивчення фундаментальних та спеціальних дисциплін, зокрема для вивчення вищої математики. Знання фундаментальних математичних основ є підґрунтям для вивчення спеціальних дисциплін. Тому формування базових математичних знань та вмінь є передумовою якісної професійної підготовки. В умовах дистанційного та змішаного навчання постає проблема - значне ускладнення формування математичних знань та вмінь студентів. Це спонукає до пошуку шляхів вдосконалення освітнього процесу в умовах змішаного навчання.

Здійснено опитування студентів на встановлення їхнього ставлення до дистанційного навчання та он-лайн навчання. Результати опитування: 46% студентів вважають більш зрозумілим матеріал при он-лайн навчанні, 54% студентів вважає, що зручнішим є навчання в аудиторіях. Студенти підкреслюють, що лекційний матеріал краще сприймається при он-лайн навчанні, разом із тим практичні заняття краще проводити в аудиторіях. Тому оптимальним є поєднання лекційних он-лайн занять та практичних занять в аудиторіях.

До основних проблем, з якими стикаються студенти при он-лайн навчанні належать: технічні проблеми, необхідність постійної самоорганізації та самодисципліни студентів, постійне напруження при фокусуванні уваги, контакт із викладачем тощо.

Одним із методів вирішення деяких вказаних проблем при он-лайн навчанні є метод «штучних помилок». Суть методу полягає в тому, що після

вивчення певної теми на практичних заняттях викладач при наведенні розв'язку конкретної задачі у розв'язанні допускає помилку. Студентам про це заздалегідь повідомляється. Таким чином увага студентів максимально активізується. Тим студентам, які знаходять помилку та обґрунтовують правильне розв'язання завдання ставлять додаткові бали. Відтак мотивація студентів приймати активну участь в обговоренні зростає.

Помилки можуть бути: концептуального значення (суттєві помилки теоретичного характеру), помилки в обчисленнях, незначні технічні помилки.

Метод «штучних помилок» дозволяє вирішити два завдання навчання: по-перше він сприяє повторенню та закріпленню навчального матеріалу, по-друге, цей метод слугує допоміжним механізмом контролю засвоєння знань студентів. Встановити реальний рівень математичних знань студентів в умовах дистанційного навчання досить складно. Під час он-лайн навчання проблемою стає технічний бік контролю знань студентів. Запропонований метод «штучних помилок» дозволяє об'єктивно оцінити рівень засвоєних математичних знань студентів, підвищує рівень комунікації студентів з викладачем.

Викладач створює умови, що сприяють повторюваності дій, які виконують студенти з певною частотою та періодичністю, після чого застосовують метод «штучних помилок».

Наведемо приклад. У запропонованому алгоритмі знайти помилку.

Алгоритм обчислення оберненої матриці.

1. Знайдемо алгебраїчні доповнення.
2. Знайдемо визначник вихідної матриці.
3. Знайдемо обернену матрицю.
4. Зробимо перевірку.

Помилка полягає в тому, що перш за все потрібно перевірити, чи матриця не є виродженою, тобто знайти визначник вихідної матриці. Лише за умови, що визначник вихідної матриці не дорівнює нулю, можна шукати обернену матрицю.

Отже, у сучасних умовах викладачеві необхідно підлаштовуватися під нові реалії освітнього процесу, здійснювати пошук шляхів до вирішення проблем, які виникають при дистанційній формі навчання.

References

1. Kolomiets A. A. Implementation of the system-building function of fundamentalization of mathematical training of specialists in technical specialties. *Security pedagogy* 2017. № 1 (2). P. 65–70. (in Ukrainian).
2. Kolomiets A. A. Systematization as a means of fundamentalizing the mathematical training of future specialists in technical specialties. *Mathematics in the technical university of the 21st century: coll. of science works based on the materials of the remote Vseukr. of science conf.* Kramatorsk, May 15–16. 2017 Kramatorsk: DDMA, 2017. P. 121–123. (in Ukrainian).
3. Coupland M., Gardner A., Carmody G. Mathematics for Engineering Education: What Students Say. *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia.* 2008. P. 139–146. URL: <https://www2.merga.net.au/documents/RP132008.pdf> (Last accessed: 09.05.2021).
4. Engelbrecht J., Bergsten C., Kagesten O. Conceptual and procedural approaches to mathematics in the engineering curriculum: student conceptions and performance. *Journal Engineering Education.* 2012. Vol. 101 (1). P. 138–162. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2012.tb00045.x>.

Maryana Kovtonyuk*, Dr. Sc.

*Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia,
Ukraine

e-mail: kovtonyukmm@vspu.edu.ua

MODELING OF THE EDUCATIONAL DISCIPLINE IN THE EDUCATIONAL SPACE OF THE BACHELOR OF MATHEMATICS

Abstract. The article shows that the modeling of an educational discipline based on modular development technology ensures the formation of not only the mathematical culture of a bachelor of mathematics, but also such basic competencies as the ability and readiness for self-study, the ability and readiness to apply knowledge, skills and skills in working with subject information systems to increase the effectiveness of the processes of education, self-education and professional activity.

Key words and phrases: modeling, educational discipline, content module, competencies.

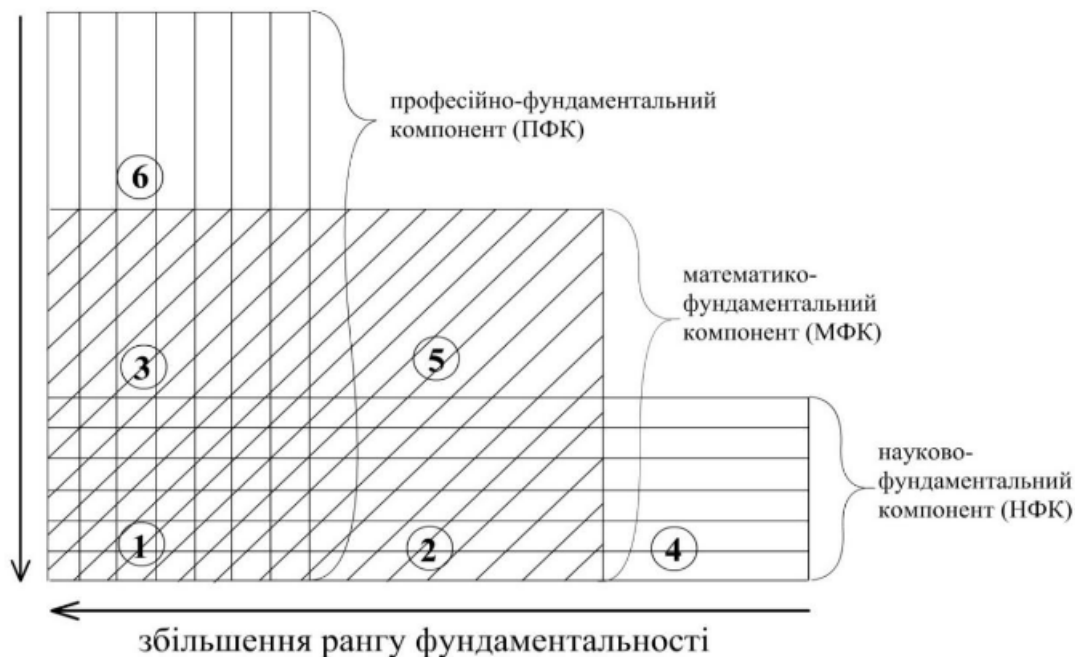
З усіх елементів навчальної дисципліни зміст освіти бакалавра математики є найбільш складним об'єктом моделювання. Розвиток змістової лінії математичних дисциплін, що вивчаються на першому курсі, базується на математичних компетентностях випускника ЗЗСО та відбувається по спіралі. Математичні об'єкти вивчаються у відповідності до наростання рівня

узагальненості, і тому утворюють своєрідний перехід на більш високий ступінь професійної підготовки студента (принцип концентризму).

Відомо декілька підходів до формування змісту професійної освіти: фундаментальний, прикладний та змішаний, що принципово відрізняються за глибиною вивчення дисциплін (науковість) та глибиною спеціалізації. Перший підхід передбачає вивчення теоретичного контенту з елементами науковості, що дає можливість студенту у майбутньому отримувати декілька суміжних професій, а це забезпечує його мобільність у сучасному мінливому світі. Такий підхід вимагає багато часу на підготовку фахівця.

Другий підхід вирізняється глибиною спеціалізації і не вимагає ґрунтовної теоретичної підготовки, що дає можливість випускнику вже сьогодні показати ефективні професійні якості у певній галузі.

Змішаний підхід дозволяє диференціювати навчальні дисципліни за рівнем значущості у професійній підготовці бакалавра математики, а, відповідно, поєднати перші два підходи. Тут ми розділимо навчальні дисципліни на три компоненти (рис.1) [1].



Науково-фундаментальний компонент (НФК) змісту професійної освіти співпадає із змістом фундаментальних основ загальнонаукової підготовки.

(заштриховано горизонтально). *Математико-фундаментальний компонент* (МФК) включає частину змісту НФК, такий, що виступає міждисциплінарними знаннями й уміннями, та фундаментальні основи математичної підготовки (коса штриховка). *Професійно-фундаментальний компонент* (ПФК) інтегрує весь зміст фахової підготовки і частину змісту МФК і НФК, що виступають як постдисциплінарний синтез, а також є науковою основою фахової підготовки (вертикальна штриховка). ПФК забезпечує можливість кваліфікованої професійної діяльності, а також підвищення рівня фахової освіти.

З рисунка 1 видно, що освітні компоненти підготовки бакалавра математики одночасно можуть належати до НФК, МФК чи ПФК. Це означає, що вони можуть мати як одиничне, так і подвійне, і навіть потрійне входження. Відповідно таким дисциплінам ми присвоюємо ранг фундаментальності від першого (найвищого) до шостого.

Запропонована класифікація навчальних дисциплін не є остаточною: у процесі підготовки бакалавра математики одні дисципліни можуть зникати взагалі з освітньо-професійної програми, інші – добавляться, а деякі – переходити з одного рангу фундаментальності в інший. Адже стійкість-нестійкість – два крайніх полюси станів освітньої системи, що в своїй взаємодії, взаємному доповнюванні створюють можливості для її розвитку й удосконалення.

Виділимо ключові характеристики моделювання навчальної математичної дисципліни: 1) дотримання принципів конструювання змісту формування її змісту на основі модульного підходу; 2) врахування критеріїв відбору змісту: *внутрішніх, зовнішніх і критеріїв міждисциплінарних зв'язків*; 3) постійного моніторингу освітньо-професійних програм і змісту навчальних дисциплін з підготовки бакалавра математики в університетах Європейського Союзу, США та інших країн [2]; 4) узгодження вживання математичних символів; 5) формування термінологічного математичного словника для кожної дисципліни.

Основні особливості розробленої нами інноваційної технології моделювання навчальної дисципліни: 1) навчальна дисципліна є частиною розробленої освітньо-професійної програми, вона створена за модульним принципом, оформлена у вигляді робочої програми; 2) методичне забезпечення: робочі зошити студента, навчальні посібники та їх електронна версія, інтегровані у технологію навчання, яку впроваджує викладач, що дозволяє обирати власну творчу стратегію та методику навчання [3]; 3) створення і використання авторського сайту, дає можливість розмістити на ньому навчальний матеріал, зокрема відео-лекції.

References

1. Kovtonyuk M.M. Fundamentalisation of professional preparedness of future teachers of mathematics - bachelor level: a monograph. *Vinnytsia: TOV firma «Planer»*, 2013. 424 p.
2. https://bip.uj.edu.pl/documents/1384597/151147908/134_UJ.WMI_MAT_1_S.pdf.

Ковтонюк М.М. Клімішина А.Я., Леонова І.М. Практикум з диференціального числення функції однієї змінної (Рекомендовано до друку Вченою радою ВДПУ імені Михайла Коцюбинського, протокол №13 від 18 травня 2022 року). [Електронне мережне наукове видання]. Вінниця: ВНТУ, 2022. 380 с.
<https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/731>.

Katerina Rumyantseva, Ph. D.

Vinnytsia Educational and Scientific Institute of Economics West Ukrainian national university, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: rumyanceva@ukr.net

FEATURES OF THE FORMATION OF MATHEMATICAL THINKING IN STUDENTS OF ECONOMIC HIGH SCHOOLS

Abstract. The article is devoted to the study of the problem of the formation of mathematical thinking among students of economic institutions of higher education. The essence of the concept of mathematical thinking is clarified, the main stages of its formation during the study of mathematical disciplines are considered. The main categories of mathematical training of future economists and the target components of studying mathematical disciplines at economic higher education institutions are substantiated.

Key words and phrases: mathematical training, mathematical thinking, higher mathematics, mathematical competence, future economists.

Одним із завдань навчання математиці у ЗВО є забезпечення рівня математичної культури, необхідного для повноцінної участі студентів у майбутній професійній діяльності. Математика є унікальним засобом

формування не тільки освітнього, а й розвиваючого та інтелектуального потенціалу особистості. Зокрема, перед викладачами математичних дисциплін постає проблема розвитку математичного мислення майбутніх фахівців, тобто теоретичного мислення, побудованого на об'єктах математики. Це є також важливим фактором успішного оволодіння студентами математичної науки. У зв'язку з цим постають проблеми пошуку, визначення умов ефективного розвитку математичного мислення студентів. Одним із засобів розвитку інтелектуальної сфери студентів є задачі. Саме розв'язуванню задач приділяється значна частина навчального часу при викладанні математичних дисциплін у ЗВО. При цьому необхідно визначити сутність математичного мислення як психічного процесу, встановити взаємозв'язок між навчанням студентів розв'язувати математичні задачі та розвитком цього мислення.

На основі аналізу наукової психолого-педагогічної літератури математична компетентність розглядається як здатність розвивати і застосовувати математичне мислення для вирішення низки (реальних, неформальних) проблем. Математична компетентність включає в себе здатність і готовність по-різному використовувати математичні методи мислення (логічне і просторове мислення) та презентації (формули, моделі, графіки та діаграми). Математична компетентність – це вміння бачити та застосовувати математику у реальному житті, розуміти зміст і метод математичного моделювання, вміння будувати математичну модель, досліджувати її, інтерпретувати отримані результати, оцінювати похибку.

Основними категоріям математичної підготовки майбутніх економістів є вміння математично мислити, математична грамотність, застосовувати математичний апарат у професійній підготовці.

Мислення – це напружена праця, що вимагає від людини терпіння і наполегливості. Воно може втомити людину не менше, ніж фізична праця, але здатне принести навіть більше задоволення. Фахівці виявили, порівнюючи тих студентів, у яких були проблеми з математикою, і тих, хто показував хороші

результати, що успіхи одних і невдачі інших були прямим наслідком відмінності в установках. Студенти-невдахи вважали, що якщо їм не вдається розв'язати завдання менш ніж за 10 хвилин, то воно їм не під силу. На відміну від них, добре навчались студенти, які працюючи над складними завданнями, виявляли більше завзяття [1, с. 18].

Математичному мисленню, як і математиці взагалі, властива висока логічність, строгість, виразність, глибина, точність, лаконізм і т.п. Математичне мислення тісно пов'язане з математичними здібностями, які спираються на природні задатки особистості та формуються в процесі її активної творчої діяльності.

Підкреслимо, що математичне мислення як гранично абстрактне й теоретичне – це складова загальної культури мислення, який необхідно систематично виховувати і вдосконалювати в кожному студенті.

Так, вивчення математики вимагає від студентів постійної напруги, уваги, здатності зосереджуватися; воно вимагає наполегливості та закріплює гарні навички роботи. Таким чином, математика виконує важливу роль як в розвитку інтелекту, так і в формуванні характеру людини.

Таким чином, математичне мислення - це дуже абстрактне, теоретичне мислення, об'єкти якого позбавлені матеріальності і можуть інтерпретуватися довільним чином, при умові збереження заданих між ними відношень.

В процесі нашого дослідження ми виокремили основні етапи формування математичного мислення під час професійної підготовки майбутніх економістів:

I етап – засвоєння математичних способів мислення;

II етап – обробка математичних символів і формалізмів;

III етап – вміння застосовувати математичне моделювання.

Одне з основних завдань навчання математики – навчити міркувати та мислити. Тому, на нашу думку, доцільно приділяти особливу увагу розвитку математичного мислення у майбутніх економістів, складовими якого є

порівняння, аналіз, синтез, узагальнення, абстрагування, конкретизація, систематизація тощо.

References

1. Dimura G.O. Criteria and indicators of critical thinking of economic students. Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems: coll. of science pr. [edited by: I.A. Zyazyun (head) and others]. Kyiv-Vinnytsia: "Planer" LLC, 2010. Vol. 25. P. 179-183. (in Ukrainian).
2. Shtyka Yu. M. Features of forming analytical competence to students of economic specialties. Physical and mathematical education. 2019. Issue 1 (19). P. 210-214. (in Ukrainian).

Olena Smalko, Ph. D.

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

DEVELOPMENT OF SOFT SKILLS OF FUTURE IT SPECIALISTS IN COMPETENCY-BASED TRAINING

Abstract. The work substantiates the need to introduce courses that will contribute to the development of their social and communicative skills to the educational and professional programs for the training of IT specialists. Describes the soft skills that all employees of the IT industry need in order to effectively perform their professional duties, organize productive cooperation with colleagues and ensure the development of their own career.

Key words and phrases: higher education, IT professional training, competency-based training, soft skills.

Забезпечуючи професійну підготовку фахівців сфери комп'ютерного, заклади вищої освіти мають відповідати за розвиток у студентів універсальних надпрофесійних умінь, покликаних допомагати їм легко адаптуватися до технологічно складного робочого середовища, до командної співпраці в колективах і швидко завойовувати серед колег хорошу репутацію.

З-поміж найбільш ефективних у вищій освіті можливостей для розвитку у студентів соціально-комунікативних умінь гарантам відповідних освітньо-професійних програм вже давно потрібно обирати внесення до навчальних планів підготовки IT-фахівців спеціальних навчальних курсів по формуванню у них так званих «м'яких навичок», оскільки без них сучасному працівнику комп'ютерної сфери дедалі важче досягати успіху в професії.

Актуальними наразі є курси, під час яких здобувачі вищої освіти під умілим керівництвом викладачів навчатимуться розвитку своїх комунікативних і презентаційних навичок [1], відточуватимуть вміння продуктивно працювати в команді, ефективно вибудовувати власну трудову діяльність і керувати часом, уникати та вирішувати конфлікти з колегами, налагоджувати здорову робочу атмосферу в колективі, приймати рішення у нестандартних умовах праці тощо.

Для майбутніх розробників програмного забезпечення будуть особливо корисними навчальні дисципліни, під час вивчення яких можна осягнути основи комунікативного менеджменту, відпрацювати навички управління проєктами, навчитись сповна використовувати у бізнес-комунікаціях сучасні інструменти спілкування, що ґрунтуються на цифрових технологіях.

Важливим завданням компетентнісного навчання також є підготовка майбутніх фахівців до належної професійної адаптації, в тому числі пов'язаної з необхідністю пристосовуватись до напружених графіків роботи, до різноманітних ситуацій міжособистісної взаємодії, притаманних колективам ІТ спеціалістів. Тому потрібно опановувати дієві методи впливу на людей впродовж ділових перемовин [4], допустимі способи корекції поведінки колег під час конфліктів [3], також слід вивчати методи підвищення стресостійкості та психологічної відновлюваності [2], знайомитись з визнаними авторськими методиками покращення особистої та професійної ефективності через самоусвідомлення [5] та з результативними прийомами управління власною енергією і робочим часом.

Особливу увагу викладачі повинні приділяти формуванню практичних завдань для студентів, уважно виконуючи які вони паралельно з розвитком фахових навичок із захопленням досліджуватимуть індивідуально-психологічні фактори власної професійної поведінки, вивчатимуть способи пом'якшення внутрішніх перешкод, що заважають їхній продуктивній діяльності, розкриттю та реалізації повного потенціалу особистості, осягатимуть методики, які у

подальшому допомагатимуть їм позбутися нестабільності в моральному кліматі робочого колективу та запобігти емоційному вигоранню.

References

1. Communication and presentation skills of IT specialists: educational and methodological guide / compiled by O.A. Smalko. Kamianets-Podilskyi: FOP Gordukova I.E., 2023. 134 p. (in Ukrainian).
2. Fisher R., Ury W., Patton B. Getting to YES Negotiating Agreement Without Giving In. New York: Penguin Books, 2011. 240 p.
3. Gallwey W. T. The Inner Game of Tennis. URL: <https://archive.org/details/innergameoftenni00gall> (last access: 20.05.2023).
4. Saprykina N. How to test yourself for stress resistance and 6 ways to increase it. URL: <https://happymonday.ua/6-sposobiv-pidvyshhyty-stresostijkist> (in Ukrainian).
5. Slobodyanyuk A.V., Andrushchenko N.O. Theories of mechanisms of conflicts. *Psychology of management and conflictology*: a study guide for practical and seminar classes. Vinnytsia: VNTU, 2010. Pp. 93-103 (in Ukrainian).

Yelyzaveta Verkhovska *

Oleksandr Kryvonos **, Ph. D.

* Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine
e-mail: verchovskaya.liza@gmail.com

** Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine
e-mail: krypton@zu.edu.ua

HOW THE APPLICATION OF PROGRAMMING LANGUAGES IN EDUCATION WILL IMPROVE LIFE IN THE FUTURE

Abstract. This article emphasizes the importance of programming in the modern world, its wide application and influence on various spheres of activity. It also highlights the rise in popularity of learning programming in schools and universities, as well as the success of the IT industry, which provides economic development.

Key words and phrases: programming, creative thinking, development, IT sector.

Неважливо в якій сфері ми працюємо чи будемо працювати ми все одно будемо мати справу з програмуванням. Не обов'язково з самим кодом, проте з результатом його праці – кожного дня.

Програмування — це необхідна навичка в нашому житті, навіть якщо ми не плануємо бути програмістами, вона нам потрібна для полегшення та поліпшення праці в різних галузях людської діяльності. Здатність автоматизувати процес виконання різноманітних завдань завдяки коду допомагає ставати ефективнішим у своїй праці.

Ці знання піднімуть нас на верхню частину списку в ринку праці як затребуваного фахівця. Краще найняти одну людину, яка зробить працю швидко та ефективно ніж кількох фахівців і витратити на це у два рази більше грошей та часу.

Навички комп'ютерної грамотності допомагають вирішувати не тільки професійні завдання, але і повсякденні. ІТ технології стають невід'ємною частиною нашого життя: освіта, медицина, державні послуги, розваги - технології вони заповнили всі сфери нашої повсякденності.

Вміння написати нескладну програму чи код поступово стає базовою навичкою навіть для школяра. Згідно з результатами Ізраїльського університету, програмування стимулює креативне мислення та формує вміння вчитися. Макаренко в своїй книзі «Комп'ютерна грамотність: теорія і практика» порівнюють розвиток комп'ютерної грамотності з етапами розвитку грамотності, як уміння читати, писати та рахувати [2].

Програмування та логічне мислення розширюють можливості та стають обов'язковою вимогою до будь-якого фахівця. Здатність читати та розуміти комп'ютерний код стає більш затребуваною, тому програмування переходить зі спеціального знання в універсальну грамотність. Це грамотність використання сучасних інструментів спілкування та роботи – комп'ютерів.

В вересні 2016 році в польських школах було реалізована державна програма “Polotaz Programowania”. Діти відвідували заняття в школах, щоб вивчати основи програмування в доступному і цікавому форматі. Ця програма була створена не для того, щоб з дітей зробити вундеркіндів, а для того, щоб полегшити їм життя в майбутньому. Але в першу чергу розширити їхні навички, вирішувати важкі завдання, які зустрічатимуться в нашому житті [1].

І це не тільки в Польщі. Ми бачимо, як в шкільне навчання проникає програмування. У 2020 році в Японії було вирішено ввести програмування, як обов'язковий предмет в школі. В США влада виділяє на програмування в американських школах 200\$ млн. в рік. В мережі інтернет ми бачимо багато

курсів з програмування, як платні, так і безкоштовні, і вони доступні на всіх мовах.

За даними DOU, зараз в українській ІТ-індустрії працює понад 190 000 фахівців. Як зазначено у звіті IT Ukraine Association, податок, який вони сплатили, у 3,7 рази перевищує середні показники по країні. Тільки за 2018 рік ІТ-послуги принесли майже 10 млрд грн податків в українську скарбницю. Рік від року ці цифри зростають у середньому на 20–25%, завдяки чому економіка України зможе дістати поштовх для розвитку. Темпи розвитку ІТ вражають. На сьогодні експорт ІТ-послуг України приносить більше як 5 млрд доларів на рік, тоді як 2013 року ця позначка ледь сягала 2 мільярдів. Крім цього, 2017 року ІТ-сектор вирвався в трійку найбільших галузей економіки України з експорту послуг, і ось через рік сфера ІТ вже впевнено посіла другу позицію в цьому списку (зі звіту IT Ukraine Association) [3].

Як бачимо, програмування відіграє велику роль в цьому прогресивному світі та ще більшу в нашому майбутньому. Воно дуже сильно впливає не тільки на особистий розвиток, але і на розвиток країни та світу в цілому.

References

1. Aleksandra Balcerzak "Is the ability to program useful in everyday life?" *Marketing and business: website*. URL: https://marketingibiznes-pl.translate.google.it/umiejtnosc-programowania/?_x_tr_sl=pl&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru (date of application: 28.10.2017)
2. Makarenko L.L. "Computer literacy: theory and practice" / Kyiv: "Education of Ukraine", 2008. 244 p.
3. Dmytro Ovcharenko "IT in Ukraine: where are we going". *Alcor: website*. URL: <https://dou.ua/lenta/columns/future-of-it-ukraine/> (date of application: 28.01.2020)

Nataliia Zakharchenko, Ph. D.

Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: natale2670@gmail.com

THEORETICAL ASPECTS OF TEACHING DISCRETE MATHEMATICS TO FUTURE IT TEACHERS

Abstract. It defines the role of the subject and functions of contemporary Discrete Mathematics in the basic and variable mathematical and methodological components of future

Mathematics teachers' training. Teaching Discrete Mathematics in unity with teaching Continuous Mathematics is taken as a principle of future Mathematics teachers' training.

Key words and phrases: discrete Mathematics, training, teacher of Mathematics, basic and variable mathematical and methodological components of teacher's training

В останні десятиліття у підготовці студентів багатьох спеціальностей важливу роль відіграє сучасна дискретна математика. У математиці значно зросла роль праць з дискретизації неперервних об'єктів, спостерігається бурхливе зростання самої дискретної математики та її застосувань.

Математика є теоретичним фундаментом комп'ютерних наук, і тому їй приділяється велика увага при підготовці фахівців у цій галузі. Дискретна математика займає тут центральне місце, оскільки саме з неї виростають три гілки програмної інженерії — алгоритми, програми, структури даних.

Для багатьох технічних систем важливим є дискретність їхнього функціонування у просторі і часі. Склад і структура таких систем є дискретною моделлю, для описання якої необхідний апарат дискретної математики. Дискретна математика є фундаментом для комп'ютингу.

Комп'ютинг або обчислення (англ. Computing) – це цілеспрямована діяльність зі створення й виконання алгоритмічних процесів за допомогою комп'ютерів. Поле діяльності комп'ютингу: комп'ютерна інженерія, програмна інженерія, комп'ютерні науки, інформаційні системи та інформаційні технології. Основами комп'ютингу є основи інформатики та математики, необхідні для проектування та розробки програмних продуктів.

Добре закладений математичний фундамент освіти студента-інформатика дає можливість в подальшому навчити його методам оцінки складності алгоритмів, підбору оптимальної структури даних і створенню ефективного та прозорого коду програми [3, с. 5].

Необхідність вивчення дисципліни «Дискретна математика» для студентів пояснюється фундаментальною роллю, яку має дискретна математика та математична логіка як у побудові основ математики, так і в її застосуваннях: в інформатиці та комп'ютерних науках.

Основні цілі викладання дисципліни «Дискретна математика» майбутнім учителям інформатики та математики:

- ознайомити з основними поняттями, мовою, алгоритмами та методами дискретної математики та математичної логіки;

- підготувати до вивчення низки суміжних дисциплін, основою яких є дискретна математика та математична логіка.

- продемонструвати нерозривний зв'язок методів дискретної математики та математичної логіки з інформатикою та комп'ютерними науками.

Дисципліна «Дискретна математика» є важливою ланкою у фундаментальній математичній підготовці бакалаврів у галузі інформатики та комп'ютерних наук. Дана дисципліна має тісні логічні і змістовно-методичні взаємозв'язки з іншими дисциплінами професійного циклу: «Аналітична геометрія», «Фундаментальна і комп'ютерна алгебра», «Математичний аналіз». Знання основних розділів «Дискретної математики» необхідне для засвоєння програмування на різних мовах; для вивчення і створення систем баз даних, баз знань, експертних систем та інших систем штучного інтелекту, які базуються на методах дискретної математики.

Організація навчального процесу з дискретної математики передбачає створення відповідних умов: психологічних (опора на пізнавальні процеси, створення позитивної емоційної обстановки на заняттях), методичних (відповідність змісту професійного навчання з основними особливостями професійної діяльності; вибір форм, методів і засобів навчання: лекції; практичні заняття; лабораторні заняття; вивчення матеріалів розв'язання професійних задач; проектування професійних ситуацій; підготовка наукових доповідей), організаційних (введення розділів з неklasичної логіки, проведення практики) [1].

До педагогічних засобів формування мотивації належать прийоми спонукального впливу, пов'язані зі змістом навчального матеріалу, методами та формами навчання, наочними та технічними засобами навчання, дидактичним

матеріалом, особистістю викладача. Зовнішня мотивація полягає в тому, що студенти усвідомлюють значущість дискретної математики та математичної логіки у майбутній діяльності для успішного вирішення ними професійних завдань. Внутрішня мотивація полягає в тому, що в кожний момент вивчення курсу студенти усвідомлюють внутрішню логіку курсу, розуміють необхідність кожного його розділу, бачать напрям і перспективу розвитку даного курсу.

Наприклад, алгебра висловлювань – основний фундамент математичної логіки, початок математизації традиційної логіки. Поняття предикату – найважливіше узагальнення поняття висловлювання. Булеві функції – перше коло понять і проблем, що походить з логіки після того, як вона набула математичного характеру; вони узагальнили поняття логічних операцій; Булеві функції стали математичною теорією для конструювання перемикальних схем – базових елементів сучасних комп'ютерів. Теорія алгоритмів – фундаментальна основа алгоритмічної мови стилю мислення, математики обчислювальних машин, програмування та інформатики [2].

Навчальне середовище має бути професійно спрямованим, відображати залежність між рівнем підготовки студентів та необхідними знаннями, вміннями майбутніх бакалаврів у професійній діяльності. Це досягається шляхом спеціально відібраного предметного змісту, розв'язання задач, що враховують їхню професійну орієнтацію. Спосіб розв'язання задач із професійним змістом є одним із поширених способів профілізації, який реалізований на всіх трьох рівнях профілізації змісту [3]:

– фактологічному рівні, що передбачає включення до звичайного завдання термінів або вихідних даних із професійної галузі; це може бути звичайна задача з типового задачника, переформульована у термінах професійної діяльності, що має цілком однозначний алгоритм типового розв'язання;

– теоретичному рівні, який передбачає цілком конкретний професійний зміст, виходить із професійної ситуації, де необхідне залучення як

загальнонаукових, так і спеціальних знань; крім того, він вимагає оцінки з погляду професійної раціональності отриманих результатів;

– практичному рівні профілізації, на якому студенти мають самі в процесі експерименту здобувати професійні дані, самостійно формулювати завдання та застосовувати загальнонаукові знання, такі завдання, як правило, мають неоднозначне розв'язання та потребують самостійного творчого підходу до проблеми.

Вивчення дисципліни «Дискретна математика» передбачає активне включення студентів до різних видів та форм діяльності. Введення нового матеріалу здійснюється у формі: лекцій; самостійної дослідницької діяльності при роботі з літературою та подальшим виступом перед аудиторією. Закріплення нового матеріалу здійснюється при: виконанні завдань, розв'язанні задач на заняттях у формі індивідуальної, групової роботи з подальшим дискусійним обговоренням, із застосуванням комп'ютерних технологій; самостійне виконання завдань та розв'язання задач різного рівня складності призначених для домашньої роботи.

Під час проведення лекційних та практичних занять передбачається використання інформаційних технологій, що включають комп'ютерні презентації деяких розділів дисципліни та відповідні математичні програми.

Використання інформаційних технологій здійснюється зокрема для організації самостійної роботи студентів [3]. Самостійна робота покликана закріпити знання, а вміння довести до автоматичного застосування, тобто перетворити на навички.

Удосконалені та перетворені на систематичні – знання, вміння та навички утворюють компетенції, пов'язані з логічною культурою та логічним мисленням, які дозволять студенту освоювати подальші математичні та інформаційно-комп'ютерні дисципліни.

Аудиторна самостійна робота студентів з дисципліни «Дискретна математика» організовується викладачем шляхом видачі групових або

індивідуальних завдань, які розробляє викладач із навчальних посібників з подальшою перевіркою виконання цих завдань.

Таким чином, із фундаментальності підготовки майбутнього вчителя математики та інформатики в галузі основ математики буде впливати фундаментальність його підготовки у сфері використання методів дискретної математики. Крім того, для збереження фундаментальності навчання при викладанні кожного з розділів дисциплін дискретної математики необхідно наочно демонструвати тісний зв'язок теоретичних понять та теорем з їхніми застосуваннями до практичних завдань з інформатики та програмування.

References

1. Bondarenko Z., Kyrylashchuk S., Kyrylashchuk T. Methodical aspects of teaching discrete mathematics to future information technology specialists. Security pedagogy. 2018, No. 2. P. 145 – 152. <https://doi.org/10.31649/2524-1079-2018-3-2-145-152>
2. Bondarenko M.F., Bilous N.V., Rutkas A.G. Computer discrete mathematics. Kharkiv: "Company SMIT", 2004. 480 p.
3. Zakharchenko N.V. Discrete Math. Educational and methodological manual. Vinnytsia, 2022. 260 p.

Tetiana Zhyrova *, Ph. D.

Nataliia Kotenko **, Ph. D.

Artem Bikmayev***

*State University of Trade and Economics, Ukraine
e-mail: zhyrova@knute.edu.ua

**State University of Trade and Economics, Ukraine
e-mail: kotenkono@knute.edu.ua

**State University of Trade and Economics, Ukraine
e-mail: a.bikmayev_fit_2_22_b_d@knute.edu.ua

ACCESSIBILITY SOFTWARE AS A STEP TOWARD CREATING AN INCLUSIVE UNIVERSITY ENVIRONMENT

Abstract. The abstracts of the report highlight the issue of the component of an inclusive university environment. It is noted that its two important components are an inclusive educational climate and an inclusive educational space. One of the common components of these two parts is the accessibility software, which must comply with the AA level WCAG 2.1 standard .

Key words and phrases: inclusive university environment, inclusive educational climate, inclusive educational space, accessibility software.

В українських ЗВО почали створюватися інклюзивні групи після ратифікації конвенції ООН про права людей з інвалідністю у 2009 році. Більшість українських ЗВО звітують про наявність відповідних умов для навчання, хоча здебільшого ці звіти носять формальний характер. Інклюзивна освіта в українських університетах регламентується трьома основними документами: закон України Про освіту; закон України Про вищу освіту; постанова Кабміну “Про затвердження Порядку організації інклюзивного навчання у закладах вищої освіти” від 10 липня 2019.

Відповідно до зазначених нормативно-правових документів університети повинні забезпечити інклюзивне освітнє середовище (ІОС) для всіх студентів з особливими освітніми потребами (ООП), які до них вступають. Під ІОС ,в межах даного дослідження, будемо розуміти таке середовище, в якому кожен студент має рівний доступ до якісної освіти та можливість досягнути успіху незалежно від своїх особливостей, фізичних та психологічних можливостей, статі, расової чи етнічної належності, релігії та інших особистих характеристик. ІОС передбачає організацію комфортних умов для всіх студентів, але більша увага приділяється студентам з особливими освітніми потребами. Інклюзивна освіта в університеті передбачає не тільки фізичний доступ до навчального закладу та навчальних матеріалів, але й розуміння та повагу до культурних, етнічних та мовних різниць, а також принципів толерантності та взаємоповаги. В ІОС студенти мають можливість розвиватись відповідно до своїх індивідуальних потреб та здібностей, отримують підтримку та стимул до активної участі в навчальному процесі та розвитку своїх навичок та здібностей. Таким чином для успішної організації ІОС необхідно створити інклюзивний освітній клімат та простір. Цих дві складові, з огляду на суттєву частку дистанційного навчання за останні роки, визначають потребу у доступному програмному забезпеченні.

Доступне програмне забезпечення (ПЗ) – це ПЗ, яке створено з метою забезпечення доступу до комп'ютерних технологій для людей з обмеженими можливостями та інших груп користувачів, які можуть бути виключені через

економічні, соціальні чи технічні обставини. Вважається, що якщо ПЗ є доступним, то воно буде зручним для всіх користувачів. Саме доступе ПЗ може вирішити низку проблем, які виникають при організації ІОС.

З метою забезпечення людям з обмеженими можливостями високий рівень доступності контенту, WAI (Web Accessibility Initiative) в рамках Консорціуму World Wide Web (W3C) розробив стандарт «Web Content Accessibility Guidelines» (WCAG). Найновіша версія WCAG 2.1 містить всі вимоги попередніх версій. Таким чином, якщо веб-додаток відповідає WCAG 2.1, він автоматично також буде відповідати всім іншим версіями WCAG [1].

WCAG має 12 принципів, які поділяють на 4 блоки: легкість сприйняття, керованість, зрозумілість, стійкість до помилок. Кожен з цих критеріїв може відповідати одному з трьох рівнів.

Рівень А вимагає, щоб веб-сайт мав базовий рівень доступності, що дозволяє людям з обмеженими можливостями користуватися основним контентом сайту.

Рівень AA вимагає більшого рівня доступності, що дозволяє більшій кількості користувачів з обмеженими можливостями отримати доступ до контенту веб-сайту.

Рівень AAA вимагає найвищого рівня доступності, що дозволяє користувачам з найбільш складними обмеженнями можливостей отримати доступ до контенту веб-сайту [2].

Отже, перш ніж використовувати ПЗ для організації ІОС доцільно перевірити його на відповідність стандарту WCAG 2.1.

Доступне програмне забезпечення може вирішувати низку проблем, пов'язаних з формуванням ІОС. До цих проблем можуть належати:

- Доступність матеріалів: для студентів з різними потребами, такими як студенти зі зниженим зором або з проблемами читання, доступність матеріалів може бути проблемою. Доступне програмне забезпечення може

допомогти вирішити цю проблему, надаючи можливість перетворити текстові матеріали на зрозуміліші формати, наприклад, аудіо або відео формати.

- Взаємодія з викладачами. Доступне ПЗ може забезпечити спеціальні інструменти для взаємодії між студентами та викладачами, такі як відео конференції або програми з обміну повідомленнями.
- Соціальна інклюзія: доступне ПЗ може допомогти створити інклюзивне середовище, забезпечуючи доступ до соціальних мереж, форумів та інших інтернет-ресурсів, які дозволяють студентам з інвалідністю брати участь у різних дискусіях та взаємодіяти з іншими студентами та викладачами.
- Тестування та оцінювання. Доступне програмне забезпечення може допомогти вирішити цю проблему, забезпечуючи можливість для викладачів проводити тести та оцінювання в онлайн режимі з використанням спеціальних інструментів.

Отже, доступне ПЗ може бути важливим інструментом у формуванні ІОС. Воно допомагає забезпечити рівні можливості для студентів з інвалідністю та забезпечити їх повноцінну участь в освітньому процесі та студентському житті.

References

1. Web Content Accessibility Guidelines. – Режим доступу: <https://www.w3.org/>
2. Жирова Т. Testing the accessibility of web-applications. / Т. Жирова, Н.Котенко, В.Токар, К.Хорольська, Б.Бешко / INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL: Computer Systems and Information Technologies, № 3 (2021), ст. 89-95 <https://csitjournal.khmnu.edu.ua/index.php/csit/article/view/89/65> ISSN 2710-0766DOI 10.31891/CSIT

SECTION 5. MONITORING OF THE QUALITY OF EDUCATION: TOOLS AND TECHNOLOGIES

Zlata Bondarenko*, Ph.D

Svitlana Kyrylashchuk**, Ph.D

Galyna Chernovolyk***, Ph.D

*Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,
Ukraine

e-mail: bondarenko@vntu.edu.ua

**Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,
Ukraine

e-mail: ksa07750@gmail.com

***Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,
Ukraine

e-mail: chernovolik@vntu.edu.ua

METHODOLOGICAL ASPECTS OF ASSESSING THE QUALITY OF INFORMATION COMPETENCIES OF BACHELOR MANAGERS

Abstract. The article is devoted to the application of qualimetry methods to the problem of assessing the information competence of students of economic specialties. The main purpose of the article is to develop a methodology for assessing the quality of information competence in the context of a competency-based model of the educational process.

Key words and phrases: qualimetrics, information competence, competence, quality of education, assessment methodology.

Постановка проблеми. На сучасному ринку праці затребуваними є фахівці з високим рівнем інформаційної компетентності. Зростаючі темпи комп'ютерного та інформаційного розвитку виробничих і соціальних процесів змінили вимоги роботодавців до молодих фахівців. Для вільної орієнтації в інформаційному потоці людина повинна володіти інформаційною компетентністю як однієї зі складових загальної культури. В цьому контексті виникає потреба оцінювання інформаційної компетентності студентів ВНЗ. У зв'язку з цим, затребуваним напрямом менеджменту якості роботи ВНЗ є

кваліметрія – науковий напрямок, що займається питаннями кількісного оцінювання якості різноманітних об'єктів і процесів. Кваліметрія освіти має охоплювати як загальні проблеми методології та технологій оцінювання якості у сфері освіти, так і проблеми методології проектування конкретних методик, вибору кваліметричних шкал, вибору моделей оцінювання. Усе це робить процес оцінювання якості освіти складним, залежним від великої кількості різноманітних чинників.

Аналіз актуальних досліджень. Питання оцінювання компетентностей, зокрема інформаційної, науково обґрунтовано у працях вітчизняних та зарубіжних авторів, зокрема В. Ю. Бикова, Н. В. Морзе, Т. О. Лукіної, О. І. Ляшенка, Ю. М. Жука, О. М. Спіріна, І. А. Зимньої, О. В. Овчарук, С. Г. Литвинової та ін. Основний акцент вітчизняних досліджень зроблено на виокремленні інструментів та процедур оцінювання інформаційної компетентності, принципів та критеріїв процедур оцінювання.

Мета статті – розглянути можливість оцінювання інформаційної компетентності студентів економічних спеціальностей з точки зору кваліметричного підходу, запропонувати методику оцінювання якості інформаційної компетентності. Для цього необхідно виокремити компоненти інформаційної компетентності, розглянути можливі методи їх чисельного оцінювання.

Оцінювання кожної компоненти компетенції є при цьому непростим завданням. Якщо для оцінювання вимірюваних показників знань, умінь і навичок можна використовувати традиційні форми освітніх технологій (тестування, письмові й усні відповіді на контрольні запитання, виконання лабораторних, розрахунково-графічних і курсових робіт, творчих завдань тощо), то для оцінювання особистісних якостей можна застосувати, наприклад, і соціологічні методи у вигляді опитувань, анкет, самообстежень, спостережень, методів експертних оцінок, відгуків наукових керівників студентів тощо.

Вимоги до кваліфікації випускників прописані у державних освітніх стандартах відповідних спеціальностей. Наприклад, згідно з освітньо-професійною програмою спеціальності 073-Менеджмент, бакалаври-менеджери мають оволодіти такими загальними компетентностями, як «Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій» (ЗК-8). Для оцінювання рівня сформованості інформаційної компетентності студентів було проведено комплексне тестування бакалаврів факультету менеджменту та інформаційної безпеки Вінницького національного технічного університету за такими основними розділами: вимірювання та кодування інформації; технічний устрій комп'ютера; комп'ютерна графіка; електронні таблиці; бази даних; логіка; мережеві та комунікаційні онні технології; алгоритмізація та програмування. Приблизно 30% студентів показали високий рівень інформаційної компетентності, 44% – середній рівень, 26% – низький рівень.

References

1. Bashynska I.O. Using the method of expert estimates in economic calculations. *Actual Problems of Economics*. 2015. Vol.7. P.408-412.
 2. Bondarenko Z. V., Kyrylashchuk S. A., Chernovolyk G. O. The basic role of higher mathematics in the training of future specialists in the field of information technology. *Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies: scientific journal*. 2021. Vol.3. P. 80-90.
 3. Lukina T.O. Qualimetry. *Encyclopedia of Education*. Kyiv : Yurinkom Inter, 2021.
 4. Malitskaya I. D. Formation and assessment of IR competence in UK schools: educational reform. *Information technologies and learning tools*. 2014. Vol.5. P. 43.
 5. Ovcharuk O. V., Soroko N. V. General approaches to the problem of assessing information and communication competencies in the system of lifelong learning. *Scientific Journal of the Drahomanov National Pedagogical University. Ser. 2: Computer-oriented learning systems: a collection of scientific papers / Pedagogical Council*. Kyiv: Drahomanov National Pedagogical University, 2015. Vol.16. P.145-148.
 6. Sheheda A., Stefanovych O. Qualimetric approach to assessing the quality of processes in educational systems. *New pedagogical thought. Scientific and methodological journal*. 2018. Vol.1. P. 93.
-
-

Iryna Klieopa
Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,
Ukraine
e-mail: paceka08@gmail.com

TEACHING HIGHER MATHEMATICS IN TECHNICAL INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION DURING DISTANCE EDUCATION

Abstract. Today, the distance education system is quite popular in European countries, especially among foreign students: it allows you to get a diploma from a prestigious university, practically without leaving your country. The main driver of distance learning is the new needs of the labor market, which requires employees who are ready to adapt to changing environmental conditions and are included in the process of continuous self-improvement. Until now, the main part of the development of distance education lay in the field of humanities or special technical disciplines and was almost not integrated into the teaching of higher mathematics in higher education. We developed and applied a model of distance education adapted to the existing conditions of teaching mathematical disciplines in technical institutions of higher education.

Key words and phrases: distance education, distance learning, higher school, technical higher education, mathematical disciplines, digital technologies, self-education.

У ХХІ ст. роль дистанційної освіти в міжнародній практиці вищої освіти принципово трансформувалася. Зі способу навчання, орієнтованого переважно на осіб з обмеженим доступом до традиційних освітніх форматів, воно перетворилося в одну з найпопулярніших і високоефективних моделей, яке використовують у всьому світі.

Дистанційна освіта – це спосіб навчання у віддаленому режимі, на відстані, що не вимагає обов'язкової фізичної присутності студента та викладача в університеті. Необхідні навчальні матеріали при цьому доставляються студенту за допомогою різноманітних технологій. При дистанційній освіті у ЗВО необхідно створення доступної інформаційної та навчально-науково-освітнього середовища; формування «навчальних» електронних освітніх модулів, орієнтованих використання інформаційних технологій [1].

Система дистанційного навчання у ЗВО – це форма навчання, що базується переважно на самостійному здобутті студентами знань, компетенцій з різних тем, викладач лише спрямовує студентів та консультує. Взаємодія викладача та студентів здійснюється за допомогою телекомунікаційних технологій та ресурсів

мережі Інтернет. Дистанційне навчання передбачає використання широкого спектру як традиційних, і нових інформаційних технологій.

При дистанційному навчанні відбувається орієнтація студентів на процес самоосвіти, і тут криється найбільша проблема. Не всі студенти готові до процесу самоосвіти. Багато студентів краще подивляться цікавий для них фільм, проведуть вільний час із друзями, родичами тощо, чим займуться самоосвітою. Дистанційна освіта підходить більше для цілеспрямованих, мотивованих на навчання молодих людей, і ось у цьому полягає велика істотна вада дистанційної освіти.

В Україні технології дистанційного навчання отримали широке поширення. У той же час саме вища математика є центральною для фундаментальної підготовки студентів технічного ЗВО та вивчається на перших двох курсах. Для багатьох галузей знань вона є не тільки знаряддям кількісного розрахунку, але методом точного дослідження, засобом гранично чіткого формулювання понять та проблем. Без сучасної вищої математики з її розвиненим логічним і обчислювальним апаратом був би неможливий прогрес у особистих сферах людської діяльності [2].

При цьому традиційна методика навчання вищої математики у технічному ЗВО не сприяє формуванню у студентів мотивації до безперервного самонавчання та самоосвіти, здібностей працювати творчо. У процесі навчання переважає засвоєння та запам'ятовування готових знань, і поки що недостатнє місце займає самостійна робота. Таким чином, розробка технологій та інструментів дистанційного освіти стає особливо актуальною щодо сам математичних дисциплін.

Інформаційна складова включає методи дистанційного навчання, пов'язані із змістом навчального матеріалу, у разі важливі доступність матеріалу для студентської аудиторії, його новизна, переосмислення вже відомого матеріалу, формування індивідуальної освітньої траєкторії, демонстрація практичної значимості теми.

Модель має на увазі багаторівневу взаємодію студента та викладача. В рамках інформаційної складової вона ставить своєю метою створити повну та різноманітну дидактичну структуру навчального процесу за допомогою спеціально розроблених підручників та посібників. При цьому акцент робиться на самостійну роботу студента, тоді як аудиторні заняття грають лише допоміжну роль. Ця концептуальна модель була емпірично апробована в ході експериментів, проведених у період із 2020 по 2021 рр. в Вінницькому національному технічному університеті в рамках дослідно-експериментальних досліджень щодо створення та удосконалення методики викладання вищої математики. Завданнями цим експериментальної роботи були стимулювання інтелектуальної активності студентів, формування у них здатності до аналізу та осмислення нової інформації, оригінальних думок та здатності до обґрунтованого вибору математичних рішень. При організації експериментів було враховано можливі бар'єри проведення.

Формат роботи відображав усі аспекти описаної вище концептуальної моделі. Він включав формування психологічної готовності студентів до сприйняття нового матеріалу, вироблення вмінь вирішувати стандартні завдання, і навіть застосування навичок у вирішенні нестандартних завдань, у своїй планувався контроль та комунікація з викладачем, і навіть самоконтроль усім етапах [3].

У ході експериментів враховувалися дві «змінні»: особливості завдання та особливості студента, тобто одне й те саме завдання пропонувалося вирішити різним випробуваним і навпаки тому самому випробуваному пропонувалися різні завдання. Індивідуальний підхід до випробуваних полягав у тому, що завдання були складені не лише з різних рівням складності, але й за різними індивідуальними критеріями.

Типовий експеримент складався із трьох етапів. На першому етапі виявлялася психологічна готовність студентів до сприйняття нового матеріалу, наявні прогалини. Метою етапу було усунення цих пробілів для підготовки до

наступного кроку. Далі студентам було запропоновано ознайомитись з новими підходами у викладанні вищої математики, провести самостійну роботу з інформаційними матеріалами у режимі «Перегляд теорії», «Довідка, контроль». Підсумком цього етапу було закріплення нових знань на структурному рівні. Третій етап передбачав безпосереднє використання отриманих відомостей у навчальний процес, вироблення умінь вирішувати найбільш типові завдання, самостійну роботу з комп'ютерною програмою Maple в режимі «тренажер», формування розуміння вже на стандартно-орієнтованому рівні. Нарешті, четвертий етап експерименту ґрунтувався на творчій дослідницькій діяльності, включав моделювання проблемних ситуацій, роботу з прикладними програмними засобами.

Розглянемо приклад одного з описаних експериментів, який був проведений Вінницькому національному технічному університеті протягом першого навчального семестру у 2021 р. В експерименті були задіяні дві групи студентів спеціальності «151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», що навчаються з дисципліни «Вища математика»: експериментальна група № 1 та контрольна група № 2 (всього 54 осіб).

Для вимірювання критеріїв оцінки використання дистанційного навчання було запроваджено коефіцієнт виразності основних показників. Процедура виміру включала наступний алгоритм. Висока ступінь виразності всіх показників відповідала 3, середня ступінь виразності – 2, низька – 1. Якщо якийсь із показників не був виявлений у ході обстеження, то відповідно ступінь виразності вважалася рівною нулю. Кожен із критеріїв ефективності дистанційного навчання (володіння способами вирішення навчальних задач різного рівня; здатність до рефлексії у навчанні; здатність до самоосвіти; саморегуляція навчальної діяльності; активна (суб'єктна) позиція в навчанні) оцінювався окремо на основі розроблених нами показників.

Внаслідок дистанційного навчання в експериментальній групі зріс рівень пізнавальної мотивації студентів. 13% студентів підвищили бал успішності з

вищої математики з «4» на «5», 17% – з «3» на «4», зменшилася кількість студентів, які займаються оцінкою «2». Про ефективність розробленої нами технології свідчать висновки, отримані за допомогою Q-критерію Розенбауму для експериментальної групи № 1 та контрольної групи № 2 ($Q_{екп} = 9$, $Q_{кр} = 7$, при $p \leq 0,05$).

За підсумками аналізу отриманих результатів ми з'ясували, що переважна частина респондентів (85%) позитивно оцінила дистанційну форму навчання, за об'єктивність оцінки у своїй висловилися 75%, підвищення мотивації – 80% студентів. Особливо слід підкреслити той факт, що всі студенти вважають: дистанційна форма навчання забезпечує індивідуальний підхід

References

1. Klieopa I.A. Tyutyunyk O.I. Distance learning as an innovative model of teaching higher mathematics in technical higher education institutions. *Magazine "Science and Technology Today". "Pedagogy" series*. Kyiv, 2022. No. 4(4). P. 255-264 (in Ukrainian).
2. Kuharenko V. M. University distance learning system. *Theory and teaching methods of mathematics, physics, informatics*. 2015. No. 3 (37). P. 220–233 (in Ukrainian).
3. Klieopa I.A. Distance learning of higher mathematics for technical university students. *Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems: a collection of scientific works*. Vinnytsia: "Druk plus" LLC, 2021. Vol. 60. P. 290-299 (in Ukrainian).

Anna Melnyk*, Ph. D.

*Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr,
Ukraine
e-mail: balanna@ukr.net

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN TEACHING INFORMATICS

Abstract: This work examines the effectiveness of using artificial intelligence and machine learning in teaching computer science. The results of the study confirm the feasibility of using artificial intelligence and machine learning in the teaching of informatics, which allows students to access individual support and control over their studies, and teachers to collect and analyze data on student success and predict possible difficulties in their studies.

Key words and phrases: artificial intelligence, machine learning, teaching computer science, interactive video lessons, virtual practical classes, game-based learning, individual approach

Сьогоднішній світ стає все більш цифровим і вимагає знання інформатики від людей будь-якої професії. У зв'язку з цим, актуальним стає питання ефективності викладання інформатики та розробки нових методик для підвищення якості освітнього процесу.

Штучний інтелект та машинне навчання є одними з найбільш актуальних технологій нашого часу, які можуть допомогти у викладанні інформатики та зробити освітній процес більш ефективним. Використання цих технологій дозволяє створювати інноваційні та інтерактивні методи навчання, які можуть зацікавити студентів та підвищити їх мотивацію до вивчення інформатики.

Методика використання штучного інтелекту та машинного навчання у викладанні інформатики базується на наступних принципах:

1. Орієнтація на потреби студентів: викладач повинен враховувати індивідуальні особливості кожного студента та його потреби, щоб забезпечити ефективне навчання.

2. Використання інтерактивних технологій: для забезпечення активної участі студентів в освітньому процесі необхідно використовувати інтерактивні технології, такі як відеоуроки, ігри, вебінари тощо.

3. Використання інструментів штучного інтелекту та машинного навчання: викладач повинен використовувати спеціалізовані інструменти та програмні засоби, що базуються на штучному інтелекті та машинному навчанні, для покращення ефективності викладання та навчання.

4. Сприяння розвитку критичного мислення: викладач повинен стимулювати розвиток критичного мислення у студентів, щоб вони могли самостійно аналізувати та оцінювати інформацію, що отримують.

Для реалізації використання штучного інтелекту та машинного навчання можна використовувати наступні інструменти:

1. Інтерактивні відеоуроки - забезпечують студентам можливість переглядати матеріал у зручний для них час та темп. Для цього можна використати інтерактивні платформи для створення відеоуроків, такі як Vyond

або Powtoon. У відеоуроках можна використовувати різні техніки викладання матеріалу, наприклад, відповіді на запитання студентів у режимі реального часу, різні ілюстрації та інтерактивні елементи.

2. Віртуальні практичні заняття - дозволяють студентам отримувати практичні навички у безпечному та контрольованому середовищі. Для цього можна використовувати платформи для створення віртуальних лабораторій, такі як Labster або Chemix. У віртуальних лабораторіях можна створювати різні вправи та завдання, що дозволяють студентам засвоїти навички програмування та аналізу даних.

3. Машинне навчання - дозволяє аналізувати дані про успішність студентів та прогнозувати можливі труднощі у засвоєнні матеріалу. Для цього можна використати інструменти машинного навчання, такі як IBM Watson або Google Cloud AI Platform. Машинне навчання може допомогти визначити ті елементи курсу, які потребують додаткової уваги та підвищення якості.

4. Навчання на основі ігор, що дозволяють студентам вчитися групово та ефективно. Для цього можна використовувати ігрові платформи, такі як CodeCombat або RoboZZle.

Використання штучного інтелекту та машинного навчання у викладанні інформатики є доцільним з двох причин. По-перше, це дозволяє студентам отримувати доступ до індивідуальної підтримки та контролю над своїм навчанням, що сприяє ефективнішому засвоєнню матеріалу. По-друге, використання штучного інтелекту та машинного навчання дозволяє викладачам збирати та аналізувати дані про успішність студентів та прогнозувати можливі труднощі у їхньому навчанні, що дозволяє забезпечувати більш індивідуальний підхід до кожного студента.

Подальші дослідження будуть спрямовані на дослідження ефективності використання конкретних інструментів штучного інтелекту та машинного навчання у викладанні інформатики.

References

1. Arulampalam G., Branson R., Hanham, J. AI in Education: Current and Future Perspectives. International Journal of Artificial Intelligence in Education. 2021. № 31(1). P 1-9.
2. Baker R. S., Inventado P. S. Educational data mining and learning analytics. Handbook of educational psychology. 2014. № 1. P. 753-776.
3. Chen G., Cheung S. K. A systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: where are the educators? Educational Research Review. 2020. № 30.
4. Jordan, M. I., Mitchell, T. M. Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. Science. 2015. № 349(6245). P. 255-260.
5. National Science Foundation. Reimagining the role of technology in education: 2017 national education technology plan update. Washington, DC. 2017.
6. Shoham S., Sutton R. S. (2017). Reinforcement learning. Encyclopedia of machine learning and data mining. 2017. P. 1042-1046.
7. Singh M., Miao Y., Huang R. An empirical investigation of the effectiveness of adaptive learning technologies: a student perspective. Journal of Computing in Higher Education, 2020. № 32(2). P. 336-357.
8. Woźniak, P. W., Bak S. (2019). The Application of Artificial Intelligence in Education: Opportunities and Challenges. Sustainability. 2019. № 11(14), 3758.

Tetiana Poveda*, Ph. D.

Ruslan Poveda**, Ph. D.

*Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University, Kamianets-Podilskyi
Ukraine

e-mail: poveda.tetiana@kpnu.edu.ua

**Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University, Kamianets-Podilskyi
Ukraine

e-mail: poveda.tetiana@kpnu.edu.ua

DEVELOPING MENTOLITY OF STUDENTS IN THE PROCESS OF ANALYSIS AND EVALUATION OF SIMPLIFICATIONS IN PHYSICS PROBLEMS

Abstract. The analysis and evaluation of simplifications allowed in the conditions of problems are under investigation of interest from the point of view of the development of students' physical thinking. Solving of physics problems in oral form is also a necessary technique from a methodological point of view, as it help develop the internal intellectual activity and thinking of students.

Key words and phrases: physics problems, simplification, problem solving in oral form.

Успіх учнів у розв'язуванні нетипових задач з фізики значною мірою залежить від попереднього розв'язування системи простіших задач, яку вдало

підбирає вчитель та знань учнів про загальні й окремі методи їх розв'язування. Вправи та задачі повинні вчителем підбиратись так, щоб уникати типових труднощів, які виникають під час розв'язування, щоб з розв'язання простіших задач учні робили узагальнюючі висновки для розв'язування складніших.

Під час розв'язування задач з фізики слід особливу увагу учнів звертати на застосування *прийому спрощення*, застосування якого значно полегшує розв'язування багатьох задач майже з усіх розділів фізики. Крім того аналіз і оцінювання спрощень, допущених в умові або у розв'язуванні задачі, насамперед представляють інтерес з погляду розвитку фізичного мислення учнів. Учням слід пояснювати, що при вивченні фізики як навчального предмета розглядаються, як правило, задачі про ідеалізовані фізичні явища. Об'єктом розгляду в них виступає не реальний об'єкт, а його ідеальний образ – фізична модель. Це пояснюється тим, що реальні об'єкти і явища дуже складні і взаємопов'язані. Їх вивчення з урахуванням всіх взаємозв'язків і всіх взаємодій являє собою непереборну математичну задачу.

Найважливіша риса фізики як науки – розумна ідеалізація конкретних фізичних задач. Якби фізики не ідеалізували задачі, то вони не змогли б розв'язати до кінця жодної конкретної задачі. Умови і обмеження, що спрощують розв'язування задач з фізики формулюються в самих задачах та присутні в прихованому або неявному вигляді. *Наприклад:* Тіло масою 1,5 кг кинуто під кутом 30° до горизонту з початковою швидкістю 15 м/с. Нехтуючи опором повітря, знайти зміну імпульсу тіла за час польоту, а також імпульс сили, що діє на тіло під час польоту.

Одна умова, яка спрощує розв'язання задачі, вказана в явному вигляді: опором повітря можна знехтувати. Решта, що спрощують умови, маються на увазі: 1) не враховується обертання Землі навколо Сонця; 2) не враховується обертання Землі навколо своєї осі; 3) тіло вважається матеріальною точкою; 4) вектор прискорення вільного падіння має один і той же напрямок в будь-якій точці траєкторії; 5) чисельне значення g вважається постійним: $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

Пункти 1 та 2 мало впливають на розв'язування задачі. Якщо ж відкинути припущення 4, то задача сильно ускладнюється.

Учням важливо пояснити, що в ідеалізованому об'єкті лишень нехтують певними властивостями тіла, хоча насправді тіло ці властивості має. Але, якщо в умовах конкретного завдання ці властивості виявляються слабо, то можна їх не враховувати. Внаслідок ідеалізації та спрощення, у фізиці замість реального фізичного явища розглядають його схематичну модель. До ідеалізованих об'єктів відносяться матеріальна точка, абсолютно тверде тіло.

Розв'язуючи задачі з механіки «на рух», слід звертати увагу учнів на такі спрощення: рух на окремих ділянках вважаємо рівномірним; повороти тіл, що рухаються відбуваються миттєво, без втрат часу, швидкість при цьому змінюється миттєво; швидкість тіла, що рухається за течією річки дорівнює швидкості тіла в стоячій воді $V_{\text{тіла}}$ плюс швидкість течії річки, а якщо тіло рухається проти течії, то його швидкість дорівнює $V_{\text{тіла}} - V_{\text{течії}}$; коли в умові задічі йдеться про рух плотів, то приймаємо, що вони рухаються з швидкістю течії річки; якщо в задачі тіла рухаються назустріч одне одному, то ці тіла зближаються зі швидкістю, що дорівнює сумі їх швидкостей; якщо тіла рухаються в одному напрямі, то одне тіло наздоганяє інше, чи відстає від нього з швидкістю, яка дорівнює різниці швидкостей цих тіл.

При розв'язуванні деяких задач з кінематики і динаміки тіло вважають матеріальною точкою та опором повітря нехтують. Коли розв'язують задачі з статички, то вважають, що балки, стержні та інші тіла однорідні, а сили тяжіння прикладені до середини цих тіл.

Округлення числових обчислень деяких фізичних величин дає змогу уникнути громіздких обчислень і мати при цьому цілком прийнятні результати. Так, для обчислень користуються такими даними: прискорення вільного падіння 10 м/с^2 ; швидкість звуку у повітрі 340 м/с ; атмосферний тиск 100 кПа .

Практика також показує, що багато кількісних задач можна і навіть необхідно з учнями *розв'язувати усно*. Така доцільність стосується насамперед

тренувальних задач та задач на закріплення простих закономірностей. Таке розв'язування задач сприяє розвитку внутрішньої інтелектуальної діяльності учнів, їхнього мислення. Нажаль, на уроках на усне розв'язування задач вчителями часто відводиться не більше 3-5 хвилин часу. Проте, на нашу думку дуже важливо, щоб застосування усного способу розв'язування задач з фізики з 7-го по 11 клас набуло систематичного характеру, тоді від нього буде найбільший ефект.

На початковому етапі вивчення фізики доцільно розв'язувати усно серію задач на переведення одних одиниць швидкості в інші. Часто у задачах з фізики учням доводиться з км/год переводити в м/с (зводити до СІ). Перетворення легше виконувати за правилом: щоб виразити швидкість у м/с, яка дана у км/год, треба її розділити на 3,6. *Наприклад*, $36 \frac{\text{км}}{\text{год}} = \frac{36000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = \frac{36 \text{ м}}{3,6 \text{ с}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. У разі зворотного перетворення дану швидкість множать на 3,6. $10 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 10 \frac{3600 \text{ км}}{1000 \text{ год}} = 10 \times 3,6 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 36 \frac{\text{км}}{\text{год}}$.

Для закріплення цього правила необхідно 2-3 задачі розв'язати з учнями письмово, а потім ряд задач усно. Зазвичай це задачі політехнічного змісту.

Навчання учнів застосовувати прийоми спрощення та усного розв'язування кількісних задач з фізики має важливе значення для розвитку їх внутрішньої інтелектуальної діяльності, мислення та творчих здібностей. Звичайно, що спрощення у задачах не повинні переходити встановлених меж, порушення яких може привести до спотворення умови задачі.

SECTION 6. MODERN COMPUTER TECHNOLOGIES IN TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Larysa Antoniuk, Ph. D.

Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: lantoniuk1428@gmail.com

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Abstract. This work considers the use of artificial intelligence to improve education and training, to create new forms of personalized learning that can support teachers and solve problems in the field of education, as well as to accelerate the process of achieving global goals in the field of education by reducing barriers to access to educational resources, automation of management processes and optimization of methods for improving learning outcomes.

Key words and phrases: artificial intelligence, learning technologies, innovation, educational process, effectiveness.

Today, humanity has the opportunity to use modern technologies in the educational process to improve its quality and effectively master the necessary professional skills. In particular, in the field of education, artificial intelligence (AI) began to be actively implemented, which has already invaded many spheres of human life.

Despite the already achieved results, AI is still in the initial stages of development. But even this level is enough for teachers and students to get incredible benefits for themselves. Experts predict that the application of AI and machine learning technologies will become a key factor in the evolution of the entire educational system in the near future. The pandemic and the resulting need for distance learning only accelerated the process of integrating AI technologies into the education sector. Experts estimate that more than 47% of learning management tools will be equipped with the capabilities of these technologies in the next few years.

Since artificial intelligence is actively changing education today, let's consider some actual areas of its application.

Let's start with checking and evaluating students' works - one of the important tasks performed by teachers. However, a person is not always objective, so students often receive grades that do not correspond to their real level of knowledge. Assessment with an unbiased tool like AI not only eliminates this problem, but also takes some of the burden off teachers, allowing them to spend more time interacting with students. Instead of spending hours checking papers, the teacher can analyze the grades given by the program and determine which topics students have the most difficulty understanding, and then discuss in detail the unclear questions. Automation of certain tasks allows you to focus on the educational process and increase its productivity [1].

Let's consider how AI technologies can be useful for teachers themselves. Its capabilities allow you to automate not only the evaluation process, but also to simplify many other routine tasks, including administrative work. The chatbot is ready to answer common, frequently asked questions that teachers receive every day. Neural networks are able to analyze the results of already conducted classes, select topics and materials for new ones, adjust the presentation of the material so that teaching becomes more effective. As a result, teachers have more time and opportunities to improve the educational process, help students, and self-development.

Technologies have greatly expanded the educational opportunities of modern man. If not so long ago access to knowledge was limited, today it is enough to have a smartphone with the Internet to engage in self-development and expand your ideas about the world. Developers of educational programs and applications strive to make education a continuous process that continues throughout life [2].

The use of AI and machine learning technologies makes it possible to create effective educational programs for each individual student, taking into account his individual characteristics and needs. Artificial intelligence can adapt to the learner's level of knowledge, his learning speed and desired goals. The program takes into

account the strengths and weaknesses of a particular student, helping him fill gaps in knowledge and master the necessary skills. That is why adaptive learning is becoming more and more popular. Special algorithms form a personalized track from the common base of materials.

In addition, AI tools allow you to save money in cases where, for example, a student needs additional classes to improve his knowledge of a subject due to omissions or misunderstanding of a topic. Yes, there are already tutoring programs that can turn even the study of complex sciences - mathematics, physics, computer science - into an exciting game.

The educational process is mostly perceived as a duty, and doing homework and preparing for tests and exams cause a lot of negative emotions. However, the use of technologies in the learning process, such as artificial intelligence, virtual reality, neural networks or robots, can change this.

The use of innovations can bring an element of play into education, make the learning process more interactive and exciting. If teachers learn to effectively use modern technologies, it can significantly increase the level of motivation among students, develop their interest in new knowledge and skills [3].

AI video analytics systems help not only to recognize students' reactions to certain topics or tasks, to determine why students lose interest in the subject, but also to assess their physical and psychological health, even to notice aggression in movements. So, a team of students and graduate students of Emory University in the USA created the Emora chatbot, which should help freshmen adapt to a new way of life and solve everyday problems. And it is also useful for those who are faced with social isolation, anxiety and depression – because Emora knows how to have deep conversations with people. This technology has become relevant even in the conditions of a pandemic and distance learning.

Therefore, as the study shows, artificial intelligence has the potential to accelerate the process of achieving global goals in the field of education by reducing

barriers to access to learning, automating management processes and optimizing methods to improve learning outcomes.

References

1. Antoniuk L., Soia O., Kosovets O., Klimishyna A., Kovtoniuk M., Tryfonova, O. (2022). Ensuring the Innovativeness of Vocational Education: Neuropedagogical Aspect. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 2022, Vol. 13(4), P. 242-263.
2. Lytvynov A., Topolnyk Y., Chumak L., Prykhodkina N., Antoniuk L., Kramaska S. E-Learning Technologies for Future Teachers: Introduction of Educational Innovations in Higher School Practice. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 2022, 13(1Sup1), P. 403-421.
3. Semenyshina I.V., Antoniuk L.V., Zadorina O.M. Stem-technologies in teaching mathematical disciplines. *Innovative pedagogy. Scientific journal*. 2023. Issue 55, Volume 3, P. 31-36 (in Ukrainian).

Olha Chorna

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, Ukraine
e-mail: diolgan@gmail.com

DEVELOPMENT OF A METHOD OF FUNCTIONING OF A SOFTWARE APPLICATION FOR EFFECTIVE ASSESSMENT OF STUDENTS' KNOWLEDGE USING TESTS

Abstract. The issue of testing using a mobile application has been considered. The software includes a unit for currently changing the difficulty of the questions according to the student's answers. At each level, the predicted value of the assessment is calculated.

Key words and phrases: testing, mobile application, knowledge assessment, difficulty level.

Ефективне оцінювання знань є важливим елементом забезпечення якості освіти та є необхідним для досягнення мети навчання. Сучасні підходи до оцінювання знань школярів зосереджуються на розвитку різноманітних методів та інструментів оцінювання, які дозволяють враховувати не тільки знання, а й навички та компетентності учнів [1].

Тести можуть бути корисним інструментом оцінювання навчальних досягнень учнів, оскільки результати тестування залежать від відповідей учнів на питання, а не від суб'єктивної оцінки вчителя, що забезпечує більш об'єктивний процес оцінювання. Крім того, тестування може оцінювати більшу

кількість учнів за короткий час, що зменшує навантаження на вчителя. Добре розроблені тести забезпечують надійність та точність вимірювання знань учнів, а також можуть бути розроблені для оцінювання різних рівнів навчальних досягнень та застосовуватися для різних предметів. Тести можуть бути легко адаптовані для використання в онлайн-форматі, що забезпечує більш широкий доступ до процесу оцінювання [2, 3].

Однак, хоча тестування може бути ефективним інструментом для оцінювання знань, воно має свої обмеження і недоліки, які необхідно враховувати при виборі методів оцінювання. Наприклад, тестування не дозволяє охопити всі аспекти знань учнів, тому не може бути єдиним засобом оцінювання їх навчальних досягнень. Крім того, тестування може не відображати реальний рівень знань учнів, оскільки вони можуть дати правильну відповідь випадково або за допомогою угадування. Також, використання тестів може бути обмежене у випадку з вивченням предметів, які потребують більш творчого підходу до оцінювання, наприклад, мистецтво, музика, література тощо [4].

Під час створення тестів, важливо брати до уваги можливість випадковості та інші фактори, що можуть вплинути на результати тестування [5]. Професійні розробники тестів, зазвичай, враховують ці фактори, проте тисячі вчителів, які створюють тести для оцінювання знань своїх учнів, не завжди мають достатній рівень професійної підготовки у цій сфері. Вони використовують стандартні платформи для створення тестів, які не враховують можливість випадкових відповідей.

Дана робота має на меті розробити метод функціонування програмного додатку для створення та використання тестів, який в процесі тестування враховує глибину розуміння матеріалу учнем та надає можливість встановити реальний рівень знань. Цей метод покращить процес оцінювання результатів тестування за рахунок виключення випадковості відповідей, навіть при використанні питань з вибором однієї правильної відповіді.

Алгоритм функціонування модулю оцінювання додатку полягає в тому, що в процесі створення тестів всі питання діляться на декілька рівнів складності. На початковому етапі тестування, учень розпочинає працювати з простими питаннями. Якщо, при проходженні питань рівня, учень успішно вирішує більше 80% питань на певному рівні, йому автоматично пропонуються питання більш високої складності, а якщо менше 50%, то з меншою складністю. Цей підхід враховує той факт, що учень, який успішно вирішує складніші завдання, заслуговує на більш високу оцінку.

Одночасно на кожному рівні відповідей розраховується прогнозоване значення оцінки методом ковзного середнього на одне питання вперед. Якщо розрахована оцінка і прогнозне значення збігаються, то тест може бути завершений, а оцінка буде така, що відповідає розрахованому середньому на поточному рівні. Якщо відповіді і прогноз не збігаються, наприклад, середнє за відповідями зростає то, скоріш за все знання школяра вищі ніж він показав на перших запитаннях. Йому пропонується наступні питання далі, поки тестові запитання не будуть вичерпані. Остаточна оцінка буде такою, що відповідає розрахованому середньому на поточному рівні. В якості висновків можна зазначити, що запропонований метод створення програмного додатку для проведення тестування з різними рівнями складності, який аналізує відповіді учнів та надає питання відповідно до їх рівня знань, дозволяє точніше встановити реальний рівень знань та виключити випадковість відповідей. Результат тестування може бути отриманий у формі оцінки, що відповідає середньому рівню відповідей на поточному рівні.

References

1. Kramarenko V. Otsinyuvannya yakosti znan: suchasni tendentsiyi ta perspektyvy rozvytku. Naukovyy visnyk Instytutu pedahohiky NAPN Ukrayiny. 2018. No.3. S. 128-134.
2. Bidyuk O.M., Shmalko N.O. Otsinyuvannya rivnya navchalnykh dosyahnennya uchniv z informatyky u starshiy shkoli za dopomohoyu testovykh zavdan. Naukovyy visnyk Instytutu pedahohiky NAPN Ukrayiny. 2018. No.2. S. 144-154.
3. Stadnyk M. Zastosuvannya testuvannya dlya otsinyuvannya navchalnykh dosyahnennya uchniv. Pedagogichni nauky: teoriya, istoriya, innovatsiyni tekhnolohiyi. 2016 No.6(62). S. 210-219.

4. Stiggins, R. J. Assessment literacy for the 21st century. Phi Delta Kappan. 2015. №96(6). С. 8-15.
5. Zasyekin L.A. Testuvannya yak instrument otsynuyuvannya yakosti osvity. Pedahohika vyshchoyi ta serednoyi shkoly. 2009. No. 24. S. 26-32.

Oksana Dmytriienko, Ph. D.

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

CREATION OF ELECTRONIC TUTORIALS FOR DISTANCE LEARNING

Abstract. The focus is on the importance of developing and utilizing electronic tutorials in the context of distance learning. Emphasis is placed on the significance of using effective tools for creating electronic tutorials, such as Ourbook, to enhance the learning process and facilitate a modern educational environment.

Key words and phrases: electronic book, textbooks, internet services.

Нині все більшу популярність отримують ідеї дистанційної освіти, що базується на передових засобах інформаційних технологій. Концептуальні положення, які ґрунтуються на законах України «Про освіту», «Про вищу освіту» та Указі Президента України «Про заходи щодо розвитку національної складової глобальної інформаційної мережі Інтернет й забезпечення широкого доступу до цієї мережі в Україні», свідчать про доцільність використання дистанційних технологій під час навчання.

Сучасна освіта неможлива без використання цифрових засобів. Одним із засобів, який використовується в дистанційній освіті, є електронний посібник. Цей посібник служить для викладу нового матеріалу та може містити тести, практичні завдання та лабораторні роботи. Згідно з чинним законодавством, поняття електронний підручник та електронний посібник є еквівалентними термінами і визначаються як цифрові матеріали, які систематизовано подають навчальний матеріал відповідно до освітньої програми. Вони включають цифрові об'єкти різних форматів та забезпечують інтерактивну взаємодію [1].

При розробці електронних посібників для дистанційної освіти важливо звернути увагу як на їх зміст, так і на використання інтерактивних методів, що дозволяють учням самостійно та творчо здобувати знання.

Серед основних характеристик електронного посібника виділяють:

1. Чітка структурованість змісту відповідно до етапів проектної діяльності, таких як організаційно-підготовчий, конструкторський, технологічний та заключний.
2. Різноманітність інформації, яка включає текст, графіку, аудіо та відео матеріали.
3. Реалізація компетентнісного та особистісно зорієнтованого підходів у методичному апараті, що дозволяє розвивати навички та набуття студентів.
4. Наявність інтерактивних елементів для співпраці та взаємодії, які стимулюють активну участь та самостійність студентів.
5. Використання гейміфікації, яка заохочує зацікавленість та мотивацію студентів шляхом ігрових елементів.
6. Ергономічний дизайн, що забезпечує зручність користування та легкість навігації.
7. Мережева доступність та кросплатформеність, що дозволяє студентам отримати доступ до посібника з різних пристроїв та платформ.

Для створення сучасних навчальних матеріалів в інтернеті доступні різноманітні сервіси, такі як Ourboox (<https://www.ourboox.com/>), ToolBook Instructor (<http://www.toolbook.com>), HelpNDoc (<http://www.helpndoc.com>), eXe Learning (<http://exelearning.org>), Xerte (<http://www.nottingham.ac.uk/xerte>) та інші.

Один з таких сервісів, який привернув нашу увагу, – онлайн-платформа Ourboox, що має кілька переваг, таких як простота використання, безкоштовність та доступність в мережі [2], заснував її професор Мел Розенберг, дитячий письменник, музикант, вчений та винахідник у 2014 році.

Процес створення електронного посібника чи книги на цій платформі включає наступні етапи:

- створення облікового запису;
 - введення назви книги, яка буде використовуватись для формування URL-адреси;
 - створення сторінок посібника та наповнення їх текстовим, графічним, мультимедійним контентом та іншими елементами;
 - налаштування параметрів книги, таких як обкладинка та опис змісту;
 - збереження внесеної інформації та публікація електронного посібника в мережі.
- коли книга готова, вона може бути розміщена в бібліотеці і доступна онлайн за посиланням, і її також можна розмістити в блозі або на веб-сайті завдяки наданому html-коду. Автори мають можливість відстежувати кількість читачів і вносити зміни до своїх книг у будь-який час, навіть після публікації. Важливою перевагою є можливість вставки html-коду в книгу, за допомогою якого можна інтегрувати інтерактивні вправи з таких сервісів, як Google Форми, LearningApps, Quizlet, Padlet, прямо в посібник.

Таким чином, учителі можуть використовувати платформу Ourboox для створення власних цифрових ресурсів для навчання, забезпечуючи простоту використання та доступність їх для учнів у мережі. Але для успішного застосування різноманітних сервісів для створення електронних посібників у навчальному процесі вчителям необхідно мати певну компетентність: володіти навичками роботи з цими онлайн сервісами, знати їх переваги та недоліки, уміти інтерпретувати їх функціональні можливості для вирішення конкретних навчальних завдань.

Отже, для створення електронних посібників потрібно знайти оптимальний сервіс чи платформу, яка буде нескладною у роботі для вчителів, але при цьому повинна мати високий рівень функціональності. Зазначимо, що проблема вибору ефективних електронних засобів навчання залишається актуальною у галузі педагогічних наук, доповнюючи перспективні напрямки досліджень.

References

1. Zakon Ukrayini «Pro osvitu» URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2145-19> (in Ukrainian).
 2. Ourboox URL: <https://www.ourboox.com/>.
-
-

Sergii Galetskyi*, Ph. D.

Tetiana Biloshytska**, Ph. D.

Natalya Topishko***, Ph. D.

Tetiana Galetska****, Ph. D.

*The National University of Ostroh Academy, Ostroh, Ukraine
e-mail: sergii.galetskyi@oa.edu.ua

**Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine
e-mail: beltyu@ukr.net

*** The National University of Ostroh Academy, Ostroh, Ukraine
e-mail: natalya.topishko@oa.edu.ua

**** The National University of Ostroh Academy, Ostroh, Ukraine
e-mail: tanya.galetska@oa.edu.ua

FEATURES OF MULTIMEDIA SUPPORT OF THE EDUCATIONAL PROCESS

Abstract. The role and significance of multimedia technologies and educational software in the educational process were outlined. It was noted that modern ICT is represented in higher education institutions, primarily, by multimedia and software training tools. It was emphasized the need to develop and implement such a system of ICT tools and methods of their use, which would make it possible to maximize the advantages and minimize the disadvantages of these technologies in the educational process.

Key words and phrases: ICT, multimedia technologies and educational software, multimedia support of the educational process.

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 [10]; інші науковці дослідили комунікаційні технології у багатопроекторних системах (В. Іващенко, Є. Башков, Г. Швачич, М. Ткач) [1]. М. Кузьміна, Т. Півоварова та М. Чупраков

досліджують хмарні технології у сучасній медіаосвіті [4]; колектив дніпропетровських науковців активно вивчає адаптивне онлайн навчання за допомогою сучасних ІКТ (Н. Лисовенко, І. Белова, В. Вікторов) [5].

Серед різновидів сучасних інформаційно-комунікаційних технологій чи не найбільшою популярністю нині користуються мультимедійні технології та програмні засоби навчання. Мультимедійні технології найчастіше визначаються [10] 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.

Мультимедійне забезпечення освітнього процесу [2; 3; 6; 7; 8; 9] 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 освітнього процесу можуть бути поєднані з хмарним середовищем певного напрямку підготовки фахівців, розробленим і впровадженим в тому чи іншому закладі вищої освіти. На жаль, університети (інститути) найчастіше використовують окремі компоненти інформаційно-комунікаційних технологій, часто не пов'язуючи їх у систему взаємозумовлених елементів. Так найчастіше електронний підручник не використовується у процесі безпосереднього викладання, 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 в освітньому процесі.

References

1. Ivashchenko V.P., Bashkov E.A., Shvachych G.G., Tkach M.A. Modern communication technologies in modular multiprocessor systems: [monograph]. 2012. Dnipropetrovsk: IMA-press (in Russian).
2. Korzh V. V. The role of multimedia technologies in foreign language learning. 2008. [online] Access mode: http://www.confcontact.Com/2008oktInet_tezi/iy_korzh.htm [Accessed 15 December 2018] (in Ukrainian).
3. Kuzmina I.P. Use of modern information technologies in foreign language classes. *Bulletin of NTUU "KPI". Philosophy. Psychology. Pedagogy: collection of scientific works* [online]. 2008. 3 (24). Access mode: http://novyn.kpi.ua/2008-3/05_Kuzmina.pdf [Access date June 5, 2019] (in Ukrainian).
4. Kuzmina M. V., Pyvovarova T. S., Chuprakov N. I. Cloud technologies for remote and media education: educational and methodological manual. 2013. Kirov: Izd-vo KOGOAU DPO (PK) (in Russian).
5. Lysovenko N.N., Belova I.S., Viktorov V.V., Savchuk L.N., ed., Informational and programmatic support for adaptive online learning: [monograph]. 2014. Dnipropetrovsk: "Herda" (in Russian).
6. Morska L. I. Information technologies in teaching foreign languages: study guide. 2008. Ternopil: Aston (in Ukrainian).
7. Nasonova N.A., Practice and prospects of using computer technologies and the Internet in the educational process when learning a foreign language. *Internet and Informational Technologies in Education*, 2008. Vinnytsia: Vinnytsia State Technical University, P. 117-119 (in Ukrainian).
8. Pometun O.I., Pyrozhenko L.V. Modern lesson. Interactive learning technologies: a scientific and methodological manual. 2004. Kyiv: A. S. K. Publishing House (in Ukrainian).
9. E. V. Subotina Possibilities of using multimedia technologies in the process of learning a foreign language at universities. *KUEITU scientific bulletin: New technologies*. 2009. 4 (26), P. 138-140 (in Ukrainian).
10. Shvachych H.G., Tolstoy V.V., Petrechuk L.M., Ivashchenko, Yu.S., Gulyaeva, O.A., Sobolenko, O.V. Modern information and communication technologies: a study guide. 2017. Dnipro: NMetAU (in Ukrainian).

Andrii Kalashnyk

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

e-mail: kam82@ukr.net

DIDACTIC MATERIALS IN THE WORK OF A MODERN TEACHER

Abstract. Didactic materials play a key role in the work of a modern teacher who strives to ensure the effectiveness and interest of the educational process. The role and importance of didactic materials in modern educational practice is considered, as well as a review of proven online services.

Key words and phrases: didactic materials, independent work, motivation, a modern teacher.

У сучасному світі здатність педагога ефективно передавати інформацію учням за допомогою зрозумілих та захоплюючих методів стає надзвичайно важливим. Важко уявити собі сучасного вчителя, який використовує у своїй практиці тільки підручник. Учитель, який зацікавлений в успішному засвоєнні матеріалу учнями, постарается максимально збагатити урок, використовуючи різноманітні засоби, тим самим посиливши наочність матеріалу, що викладається. Знання комп'ютерних та інформаційних технологій та вміння ними користуватися з освітньою метою підвищить якість викладання, допоможе вчителю залишатися на одній хвилі зі своїми учнями.

Учителі, які творчо підходять до своєї роботи, завжди бажають спробувати створити власні матеріали або організувати проекти, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ). Для досягнення цих цілей існують спеціальні онлайн-сервіси, які дозволяють створювати інтерактивні матеріали для конкретних проектів, уроків або позаурочних занять. Щоб підготувати необхідні навчальні матеріали для уроку, вчителі можуть залучити учнів до міні-проектів, які спрямовані на створення дидактичних матеріалів. Ці сервіси надають різноманітні інструменти для візуалізації навчальної інформації та створення інтерактивного середовища, що сприяє якісно новому рівню навчання. Використання дидактичних матеріалів у поточній навчальній діяльності має наступні значущі переваги: сприяє розвитку умінь самостійно працювати з різноманітними джерелами інформації та засвоювати й аналізувати новий

матеріал; активізує пізнавальну діяльність учнів; забезпечує контроль зі зворотним зв'язком, діагностику помилок (надання відповідних коментарів на комп'ютері) щодо результатів діяльності та оцінювання цих результатів; тренує учнів у процесі засвоєння навчального матеріалу; підсилює мотивацію до навчання; сприяє формуванню культури навчальної діяльності та інформаційної культури у суспільстві; активізує взаємодію інтелектуальних та емоційних функцій під час спільного розв'язування дослідницьких (творчих) навчальних завдань.

Інноваційні підходи створюють сприятливе середовище для навчання, де учні можуть активно залучатися та розвиватися у своєму власному темпі. Серед інноваційних підходів до створення та використання дидактичних матеріалів можна назвати наступні:

- використання ІКТ; використання мультимедіа;
- створення інтерактивних завдань;
- використання гейміфікації;
- підтримка зворотного зв'язку.

Наведемо приклади деяких перевірених онлайн-сервісів для створення та розміщення дидактичних матеріалів:

Wixie [5] – творчий інструмент, який має інструменти малювання, дозволяє змінювати параметри тексту, картинок та вбудовувати голосові записи при розробці електронних публікацій та флеш-анімації.

Canva [1] – зручний сервіс, завдяки якому можна робити презентації у вигляді слайд-шоу, вибравши оформлення із запропонованих варіантів, створити інфографіку із цікавих макетів, які легко редагуються, а також пропонуються шаблони для флаєрів, брошур, плакатів.

OnlineTestPad [3] – сайт для створення тестів певного типу (одна правильна відповідь, кілька, встановлення відповідностей) з можливістю прикріплення зображень, опитувань, логічних ігор та кросвордів. [2].

Xmind [6] – сайт для створення інтелект-карток та діаграм, який стане в нагоді при подачі складного матеріалу, що вимагає системної подачі, а також під час керування проектом. Сама структура робочого файлу нагадує Excel, оскільки документ розбито на аркуші. На самому аркуші ви створюєте центральну тему, від якої (за допомогою клавіатур Enter і Tab) відгалужуються підрозділи з можливістю самостійно вибирати параметри для іконок, стрілочок, тексту.

Study Stack [4] – сервіс для створення дидактичних матеріалів для освіти. Наприклад, набравши один раз набір запитань і відповідей, ви отримуєте кілька варіантів для генерації дидактичних матеріалів в ігровій формі. Готові роботи легко можна вбудувати на сторінки сайтів, блогів, поділитися інформацією в соціальних мережах. Наявний доступ до колекції робіт, створених іншими педагогами.

Отже, використання різноманітних сервісів для створення опитувальників, редагування зображень, відео-, аудіофайлів з педагогічною метою значно спростить пояснення навчального матеріалу, перевірку знань учнів. І, безперечно, це приверне увагу самих учнів та підвищить їхню зацікавленість у процесі навчання.

References

1. Canva URL: <https://www.canva.com/>.
2. Dmytriienko O. Tsyfrovii instrumenty shvydkoho opytuvannia. Novitni informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii v osviti: materialy VII Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi Internet-konferentsii molodykh uchenykh ta studentiv. Poltava : PP "Astraiia", 2021. P. 16-19 (in Ukrainian).
3. OnlineTestPad URL: <https://onlinetestpad.com/>.
4. Study Stack URL: <https://www.studystack.com/>.
5. Wixie URL: <https://www.wixie.com/>.
6. Xmind URL: <https://xmind.works/>.

Olena Kosovets*, Ph. D.
Vitalina Biakovska**

*Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia,
Ukraine

e-mail: kosovets.op@vspu.edu.ua

**Municipal Institution "Vinnytsia Lyceum №21", Vinnytsia, Ukraine

e-mail: vbiakovska@gmail.com

USING WEBQUESTS WITH ELEMENTS OF AUGMENTED REALITY IN LESSONS OF COMPUTER SCIENCE

Abstract. The paper considers the peculiarities of creating webquests with elements of augmented reality, which create a stimulating learning environment where students become active participants in the educational process, namely, interact with virtual objects, solve problems and play roles in virtual scenarios, which helps to attract and deepen knowledge of computer science.

Key words and phrases: quest, webquest, augmented reality, digital technologies in computer science education.

Ігрові технології стали поширеним освітнім інструментом серед педагогів та науковців, які активно застосовують їх у процесі навчання здобувачів освіти, оскільки даний метод допомагає краще пояснити навчальний матеріал. Ігрові технології допомагають створювати в інтерактивних середовищах ігрові симулятори, які можуть ефективно підвищити результат навчання здобувача освіти і сформувати знання, уміння, навички, та фахові компетентності.

Освітні цифрові ігрові технології дають можливість створювати цікаві та інтерактивні вебквести з елементами доповненої реальності. Використовуючи інструменти доповненої реальності на уроках інформатики ми мотивуємо учнів до пошуку та дослідження, а хмарні сервіси надають можливість реалізовувати навчальний процес із застосуванням сучасних технологій.

Серед сервісів, які допомагають зробити вебквест віртуальним, розглянемо Artivive. Це онлайн ресурс, який допомагає створювати ефекти доповненої реальності для кращого сприйняття візуальних об'єктів, який дозволяє художникам і творчим людям оживляти свої твори за допомогою сучасних технологій [1].

Для більш зручної роботи потрібно встановити додаток Artivive на гаджет вчителя та учня [2]. Додаток Artivive поєднує мистецтво та технології, створює вражаючі інтерактивні експерименти з використанням смартфона або планшета. Засобами Artivive створюємо інтерактивні завдання вебквесту з елементами віртуальної реальності у вигляді 3D-фото та 3D-відео (рис. 1).

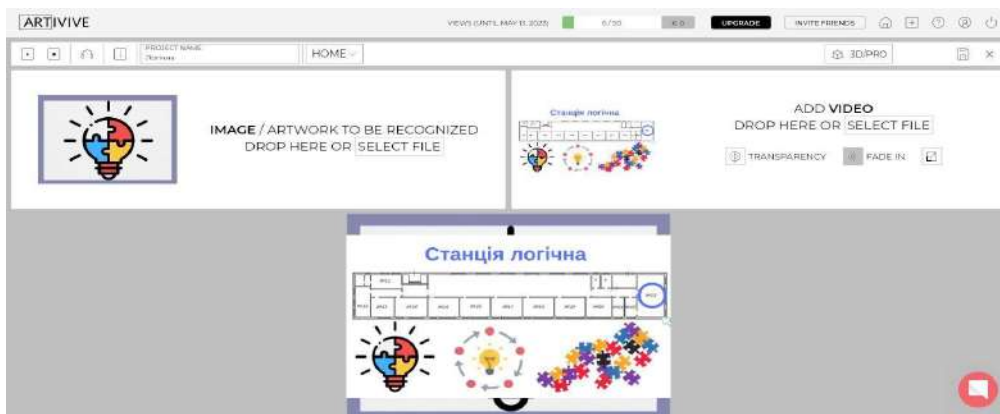


Рис. 1. Вікно редактора додатка Artivive

Спочатку створюємо візуальний контент для Artivive. Це можуть бути фотографії, малюнки, картини або скульптури, які необхідно оживити за допомогою доповненої реальності. Створити такі зображення або відео можна за допомогою графічних редакторів або відеокамери.

Створюємо у додатку Artivive маршрути вебквесту із завданнями, які виконуватимуть учасники шляхом сканування роздрукованих фото та картинок (рис. 2).

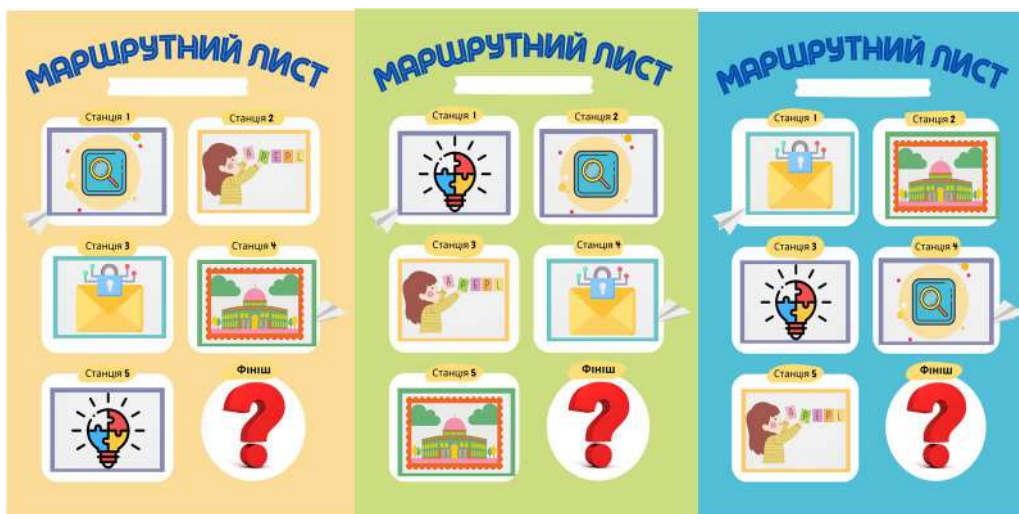


Рис. 2. Маршрутні листи із завданнями вебквесту

Пропонуємо також поєднати Artivive з онлайн сервісами для створення вебквестів. Один з популярних сервісів для створення вебквестів – це Questo [3]. Questo дозволяє створювати інтерактивні веб-квести з використанням GPS-локацій, завдань, питань і загадок. За допомогою Questo можна створити свій веб-квест, додати до нього завдання та питання, а також інтегрувати елементи доповненої реальності з додатком Artivive. Засобами вебквесту вчитель може налаштувати місця, які учні повинні відвідати, виконати завдання, а потім використати Artivive для оживлення тематичних фото на зазначених місцях.

Вебквести з елементами доповненої реальності створюють стимулююче навчальне середовище, де учні стають активними учасниками освітнього процесу, а саме: взаємодіють з віртуальними об'єктами, розв'язують завдання та грають ролі у віртуальних сценаріях, що сприяє залученню і поглибленню знань.

Учні, виконуючи завдання вебквесту, створюють власні програми, досліджують задачі на логіку, розробляють алгоритми та власні проєкти, використовуючи технології доповненої реальності.

Використання елементів доповненої реальності в вебквестах підвищує мотивацію учнів до вивчення інформатики. Учні досліджують, експериментують та взаємодіють з сучасними технологіями, що робить процес навчання більш захоплюючим та цікавим.

Вебквести з елементами доповненої реальності сприяють розвитку творчих та практичних навичок учнів у створенні власних віртуальних об'єктів, визначенні сценаріїв взаємодії та проєктуванні власних досліджень та експериментів.

References

1. Artivive. The Future of Art. URL: <https://artivive.com/>
2. App Artivive. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.artivive&hl=en&gl=US>
3. Questo. <https://questoapp.com/>

Olga Kravchuk*, Ph. D.

Yana Madiar**

* Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine
e-mail: olikr57@ukr.net

** Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine
e-mail: madarana4@gmail.com

MODERN COMPUTER TECHNOLOGIES IN TEACHING OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Abstract. The thesis outlines the importance of modern computer technologies in mathematics and computer science, which is very important and relevant in our time.

Key words and phrases: modern technologies, computer, programs, GeoGebra.

У сучасному світі комп'ютер використовується майже в усіх галузях, освітня галузь не є винятком. Сьогодні для розвитку інтересу дітей до навчання на уроці недостатньо лише особистісних якостей учителя. Необхідно створити і нові технічні умови навчання.

З досвіду сучасної освітньої практики, інформаційні технології навчання набули широкого розповсюдження як допоміжні засоби ефективного розв'язання традиційних дидактичних завдань: контролю знань, умінь і навичок учнів, унаочнення; можливість індивідуалізації, диференціації навчання, засобу формування пізнавального інтересу школярів. Адже сучасний учень потребує такого навчання, яке забезпечувало б розвиток творчого мислення, самостійності й активності в навчальній діяльності, уміння набувати нові для себе знання.

У сучасних психолого-педагогічних дослідженнях, спрямованих на вивчення різноманітних аспектів навчального процесу [1; 2;], доведено, що продуктивність інтелектуального розвитку дітей залежить не стільки від самої організації процесу навчання, скільки від зворотного зв'язку – позиції учня, його активності. Тому актуальною проблемою сучасної освіти є пошук дієвих форм, методів та засобів активізації пізнавальної діяльності учнів.

Використання сучасних технологій на уроці математики здійснюємо за різними схемами відповідно до потреб конкретного уроку, рівня володіння різними програмними продуктами та наявності сертифікованих програм.

Підходи до використання інформаційних технологій на уроках математики можна відобразити у вигляді схеми (Рис. 1):



Рис. 1. Підходи до використання інформаційних технологій на уроках математики

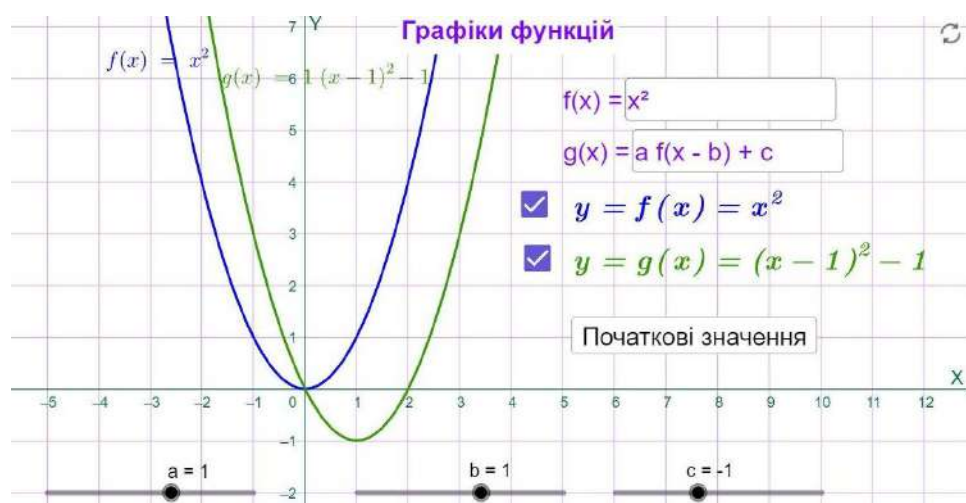
Використання типів комп'ютерних програм при викладанні математики

Тип комп'ютерної програми	Дидактична мета
Програма-тренажер	Вироблення технічних навичок розв'язування задач. Включають режими демонстрації прикладів-задач, самостійної роботи і самоконтролю
Навчально-демонстраційні програми	Ознайомлення з новим матеріалом у вигляді окремих, логічно поєднаних блоків. Після кожного блоку подаються запитання для перевірки ефективності його засвоєння учнями
Навчально-ігрова програма	Активізація індивідуальної або групової пізнавальної діяльності учнів
Комп'ютерний довідник	Пояснення математичних термінів і понять
Програма для самоконтролю	Виявлення рівня навчальних досягнень учнів (тести)

Існує значна кількість програмних засобів, які дають змогу розв'язати досить широке коло математичних задач різних рівнів складності за допомогою комп'ютера: GRAN1, DERIVE, EUREKA, Maple, Mathematika, MathLab та ін. Зручними для підтримки вивчення курсу математики в середніх навчальних закладах є комплект програм GRAN (GRAN1, GRAN-2D, GRAN-3). Ці програмні

засоби призначені перш за все для розв'язування широкого класу задач шляхом моделювання об'єктів, що фігурують в умові задачі. Для роботи з цими програмами користувачу не потрібні спеціальні знання з інформатики, основ обчислювальної техніки, програмування тощо за винятком понять, доступних учням середніх класів.

За допомогою сучасних програм можна легко ілюструвати і розв'язувати різні задачі. На фото розглянемо графік до прикладу, розв'язаного за допомогою GeoGebra.



Змінюючи початкові дані можна бачити зміни які відбуваються в графіку, що є дуже зручно і практично.

References

1. Belinskaya I. Modern computer technologies in the process of teaching mathematics. *Pedagogical thought*. 2010. No 1. P. 16-19.
2. Vashulenko O. Activation of cognitive activity of students in geometry lessons with the help of electronic visualization. *Computer in school and family*. 2012. No 1. P. 44-46.

Yaroslav Krupskyi *, Ph. D.

Oksana Tiytiynnyk **, Ph. D.

*Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: krupskyi.ya@vspu.edu.ua

** Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: tutunnikoksana@gmail.com

APPLICATION OF SCM MAPLE IN MATHEMATICS LESSONS DURING THE STUDY OF THE SECTION "EQUATION OF TANGENT TO THE GRAPH OF A FUNCTION"

Abstract. The article analyzes the concept of interactive learning technologies in mathematics lessons in a secondary school. The article offers a practical application of interactive technologies on the Maple system during the study of the section "Equation of tangent to the graph of a function".

Key words and phrases: Maple, interactive technologies; mathematics lesson, learning technology.

Комп'ютер дедалі більше входить до найближчого інтелектуального оточення дитини, сприяє розвитку розумових здібностей та активному й свідомому набуттю знань і вмінь. Він підвищує інтерес до навчання, привчає учнів алгоритмічно мислити, є універсальним технічним засобом навчання, який сприяє діяльнісному підходу до навчального процесу. Як активний партнер, він тим самим стимулює активність учнів, сприяє кращому усвідомленню навчального процесу, зближує сферу освіти з реальним світом.

Процес інформатизації, що охопив сьогодні всі сторони життя сучасного суспільства, має кілька пріоритетних напрямів, до яких, безумовно, слід віднести інформатизацію освіти. Вона є першоосновою глобальної раціоналізації інтелектуальної діяльності людини за рахунок використання інформаційно-комунікаційних технологій.

Інформаційні технології не тільки полегшують доступ до інформації та відкривають можливості варіативності навчальної діяльності, її індивідуалізації та диференціації, а й дають змогу по-новому організувати взаємодію всіх

суб'єктів навчання, побудувати освітню систему, в якій учень був би активним і рівноправним учасником освітньої діяльності.

Застосування ІКТ при навчанні математики учнів старшої школи завжди перебувала у центрі досліджень науковців. Про застосування ІКТ на уроках математики розглянуто в наукових роботах С. А. Ракова [1], Н. М. Руденко [2], М. І. Жалдака [3] та ін.; питання підвищення ефективності самостійної діяльності здобувачів освіти висвітлено в публікаціях О. Нестеренко. Проте в науковій літературі неповною мірою відображено проблему методики організації самостійної роботи здобувачів освіти в умовах змішаної форми навчання.

Система комп'ютерної математики Maple – це потужна інтегрована обчислювальна система, яка надає можливість користувачу виконувати різноманітні чисельні й аналітичні розрахунки широкого класу задач. Maple це відкрита система, тобто в ній передбачене поповнення бібліотек підпрограмами користувача.

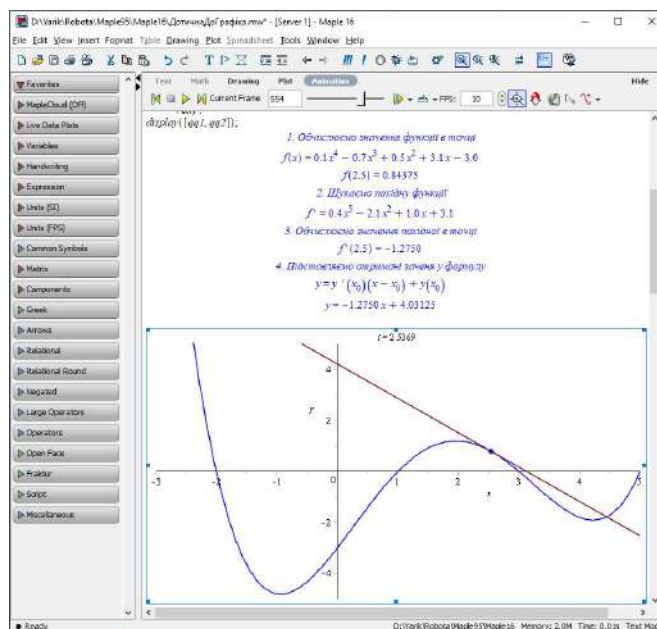


Рис. 1. Робота авторської процедури-тренажер по темі "Анімована дотична до функції"

Для того щоб підвищити ефективність самостійної роботи учнів старшої школи а також студентів першого року навчання та зменшити навантаження на

викладача ми розробили Maple-програму тренажер, який надає можливість користувачу отримати інформацію про весь хід розв'язання завдання із застосуванням похідної до побудови дотичної до графіка функції. Із авторським тренажером користувачі мають можливість отримати весь хід розв'язання завдання починаючи із побудови графіка, точки дотику, дотичної та закінчуючи анімацією яка показує переміщення точки в якій потрібно провести дотичну та самою дотичною. Результат роботи авторського тренажера висвітлено на рис. 1.

Таким чином, використання системи комп'ютерної математики Maple при вивченні розділу «Рівняння дотичної до графіка функції» робить навчальний процес більш наочним та зрозумілим як для студентів так і для учнів, сприяє успішній організації самостійної роботи, активізує зворотний зв'язок між викладачем та студентами чи учнями, надає можливість використовувати елементи мішаного навчання, удосконалює здійснення контролю знань.

References

1. Rakov S.A., Horokh V.P., Osenkov K.O., Dumchykova O.V., Kostina O.V., Larin O.R., Lysytsia V.T., Shkalova V.V. Vidkryttia heometrii cherez kompiuterni eksperymenty v paketi DG. Kharkiv: KhDPU, 2002. 108 s.
 2. Rudenko N.M., Holovchanska O.V. Zastosuvannia interaktyvnykh tekhnolohii z vykorystanniam IKT na zaniattiakh dystsyplin matematychnoho tsyклу. Informatyka ta inform. tekhnolohii v navch. zakl. 2015. №4(57). S.41–47.
 3. Zhaldak M.I., Shut M.I., Dementiivska N.P., Pinchuk O.P., Sokoliuk O.M., Sokolov P. K. Multymediini systemy yak zasoby interaktyvnoho navchannia: posibnyk / Za redaktsiieiu: Yu.O. Zhuka. K. : Ped. dumka, 2012. 112 s.
 4. Bykov V.Iu. Tsyfrova transformatsiia suspilstva i rozvytok kompiuterno-tekhnolohichnoi platformy osvity i nauky Ukrainy. Materialy metodolohichnoho seminaru NAPN Ukrainy «Informatsiino-tsyfrovyi osvितnii prostir Ukrainy: transformatsiini protsesy i perspektyvy rozvytku». 4 kvitnia 2019 r. / Za red. V. H. Kremenia, O. I. Liashenka. K, 2019. S.20–26.
-

Ivanna Leonova*

*Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia,
Ukraine

e-mail: leonovaim@vspu.edu.ua

UTILIZING MATH EDITORS IN HIGHER EDUCATION

Abstract. The integration of technology in the education system has revolutionized the way students learn and engage with various subjects. In particular, math education has greatly benefited from the introduction of math editors, which are digital tools designed to enhance mathematical communication, problem-solving, and conceptual understanding. This abstract provides a comprehensive review and analysis of the use of math editors in the higher education system.

Keywords and phrases: math editors, higher education, technology integration, student learning outcomes, teacher pedagogy, collaborative learning, personalized instruction

The primary objective of this study is to investigate the impact of math editors on student learning outcomes, teacher pedagogy, and overall mathematics education. It examines the advantages and challenges associated with incorporating math editors in the university curriculum. The research also identifies the various types of math editors available and their features, highlighting their potential benefits in promoting mathematical fluency and creativity.

Several studies have shown that math editors have a positive impact on student engagement, motivation, and conceptual understanding. The interactive nature of math editors allows students to actively participate in mathematical activities, explore mathematical concepts, and visualize abstract ideas. By providing real-time feedback and error correction, math editors foster a supportive learning environment that encourages students to take risks and learn from their mistakes [3].

Furthermore, math editors promote collaborative learning and communication among students. Through shared documents and online platforms, students can collaborate on problem-solving activities, provide feedback, and engage in mathematical discussions. This collaborative approach enhances critical thinking skills, communication abilities, and teamwork, which are essential for success in the 21st-century workforce [1].

In terms of teacher pedagogy, math editors provide educators with powerful tools to create interactive lessons, generate dynamic visualizations, and personalize instruction. Teachers can design activities that cater to students' individual needs, monitor progress, and provide targeted interventions. Math editors also enable teachers to assess student performance efficiently, identify misconceptions, and provide timely feedback for formative assessment.

Using interactive technologies in education, including mathematical editors, it is possible to focus learning also on project activities. The creation of mathematical projects is practiced in the course of studying mathematical analysis and analytical geometry among students of the specialties 111 Mathematics, 014.04 Secondary Education (Mathematics) and 014.09 Secondary Education (Informatics) of Vinnytsia Mykhailo Kotsiubinsky State Pedagogical University. During these studies, students use not only mathematical knowledge, but also skills in working with various software to create drawings, graphs, formulas, etc. [5].

In conclusion, the use of math editors in the higher education system has the potential to transform math learning experiences for both students and teachers. Through increased engagement, collaboration, and personalization, math editors foster a deeper understanding of mathematical concepts and develop essential skills for the future. However, careful consideration must be given to infrastructure, training, and curriculum integration to ensure the successful implementation of math editors in universities.

References

1. Ali, M. S. B., Yasmeeen R., Munawar Z. The Impact of Technology Integration on Student Engagement and Achievement in Mathematics Education: A Systematic Review. *International journal of computer integrated manufacturing*. 2023. Vol. 6, No 3. P. 222-232. URL: https://www.researchgate.net/publication/370446167_The_Impact_of_Technology_Integration_on_Student_Engagement_and_Achievement_in_Mathematics_Education_A_Systematic_Review_https_journalsresearchparksorgindexphpIJIE
2. Bokhove, C., Drijvers, P. Digital tools for algebra education: Criteria and evaluation. *ZDM Mathematics Education. International journal of computers for mathematical learning*. 2010. Vol. 15, No 1. P. 45-62. URL: https://www.researchgate.net/publication/225162514_Digital_Tools_for_Algebra_Education_Criteria_and_Evaluation
3. Drijvers, P., Kieran, C. The didactical use of digital technology in mathematics education: A framework for designing and evaluating tool-supported learning environments. *Selected regular lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education*. 2015. P. 135-151.

URL: https://www.researchgate.net/publication/268368816_Digital_Technology_in_Mathematics_Education_Why_It_Works_Or_Doesn't

4. Kirschner, P. A., Sweller, J., Clark, R. E. Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*. 2006. Vol. 41, No 2. P. 75-86. URL: https://www.researchgate.net/publication/272177799_Why_Minimal_Guidance_During_Instruction_Does_Not_Work_An_Analysis_of_the_Failure_of_Constructivist_Discovery_Problem-Based_Experiential_and_Inquiry-Based_Teaching

5. Kovtonyuk M., Klimishyna A., Leonova I. Workshop on the differential calculus of a function of one variable. Study guide for students of Bachelor of specialties 111 Mathematics and 014 Secondary education (Mathematics). 2022. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/view/731/1274/2516-1> (in Ukrainian)

6. Valverde-Berrocoso J, Fernández-Sánchez M. R., Revuelta Dominguez F. I., Sosa-Díaz M. J. The educational integration of digital technologies preCovid-19: Lessons for teacher education. *PLoS ONE*. 2021. Vol. 16, No 8. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256283>

Maryna Miastkovska*, Ph. D.

Sofiia Dembitska**, Dr. Sc.

Inna Shtyka***, higher education student

*Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, Ukraine, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

e-mail: marinenka1@gmail.com

**Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: sofiyadem13@gmail.com

***Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, Ukraine, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

e-mail: m1b19.shtyka@kpnu.edu.ua

COMPARISON OF ONLINE SERVICES FOR EDUCATION OF COMPUTER SCIENCE

Abstract. The problem of using online services in teaching computer science in general educational institutions is investigated. In particular, online services for teaching computer science are compared: Kahoot, Socrative, Quizizz.

Key words and phrases: computer science, online services, students (schoolchildren), general educational institutions, mobile learning.

На сьогоднішній день технології дуже стрімко розвиваються і освіта не є винятком. Тому потрібно організувати процес навчання таким чином, щоб учні були здатні творчо використовувати сучасні технічні засоби та інформаційні технології у своїй навчальній діяльності. У зв'язку з використанням дистанційної

форми навчання, інформаційно-комунікаційні технології все частіше використовуються як засіб викладання та навчання в освітній діяльності. Використання онлайн платформ та онлайн сервісів на уроках інформатики стало освітньою тенденцією, яка надає як педагогам, так і учням широкі можливості.

Головною особливістю мобільного навчання, що відрізняє його від інших технологій навчання, є його зручність. Планшети або смартфони допомагають учням і педагогам виконувати свої повсякденні завдання за короткий проміжок часу за допомогою невеликих технологічних пристроїв у будь-який час і будь-де. Також вчителі можуть слідкувати та управляти процесом засвоєння знань, при цьому відслідковуючи досягнення учнів. Ігрові додатки, сприяють залученню учнів до безперервного освітнього процесу (постійно виконуючи вправи у додатку), і навіть у школярів з'являється додаткова мотивація – пройти гру. Загалом мобільні технології допомагають учням підвищувати свою технологічну обізнаність, вести розмови, приєднуватися до соціальних мереж, знаходити відповіді на їхні запитання, полегшувати командну співпрацю, давати можливість обмінюватися знаннями, а отже, покращувати результати навчання.

Спираючись на проведені дослідження щодо використання онлайн сервісів для проведення уроків інформатики з використанням мобільних додатків, можна виділити їхні: функції, плюси та недоліки під час використання (Табл. 1).

Таблиця 1.

Порівняння онлайн сервісів

Онлайн сервіс	Функції	Плюси	Недоліки під час використання
Kahoot	Опитування та оцінювання учнів за допомогою цікавих тестів та вікторин на уроці	Дуже цікавий та привабливий сайт; має ігровий дизайн; можливість обрати українську мову; дозволяє швидко перевірити рівень знань учнів; необмежена кількість запитань у вікторині; різні типи запитань; простий у роботі; дозволяє зберігати результати тестувань; у тестах можна використовувати відео, музику	Додатково потрібно використовувати проектор, проведення опитувань та вікторин лише на уроці

		та цікаві зображення; обмеження часу для відповіді на запитання.	
Socrative	Дозволяє оцінити рівень знань учнів як у домашніх умовах, так і на уроці	Надає можливість проводити командні ігри; ставити швидкі запитання; наявність вихідного квітка; учні можуть відповідати на запитання у власному темпі; створення кімнати для учнів та вчителя; можливість проходити тести анонімно; дозволяє зберігати результати тестувань.	Англомовний інтерфейс та не дуже привабливий дизайн сайту
Quizizz	Надає можливість оцінити рівень знань учнів на заняттях та вдома	Можна бачити, як учні впоралися з кожним запитанням; учні можуть відповідати на запитання у власному темпі; дозволяє вставляти зображення або відео, пов'язані з питанням, а також використовувати формули та символи; можливість проходження тестів разом та наодинці; дозволяє зберігати результати тестувань; тест можна запропонувати на домашнє завдання або для проходження у вільний час; необмежена кількість учасників, доступний в обох операційних системах iOS або Android; має ігровий дизайн.	Англомовний інтерфейс

Після порівняння стає зрозуміло, що під час роботи на цих сервісах провідною є роль вчителя та основним чинником є наявність мережі Інтернету у закладі освіти. Використання цифрових ресурсів у класі може збільшити інтерес учнів.

Сервіси дозволяють учням перейти від звичайної ролі глядачів до головних героїв під час процесу навчання. Використання цього типу інструментів привертає увагу дітей, оскільки багато з них знайомі зі світом технічних програм і цифрових ігор. Тому поєднання дидактичного змісту з тим, що вони вже знають зі свого повсякденного життя є цінним активом у сфері освіти.

Загалом вони можуть бути цінними стратегіями для мотивації учнів і залучення їх до вивчення предметів, необхідних у школі, а також для допомоги їм у розвитку навичок, яких вимагає сучасне суспільство. Отже, онлайн сервіси, швидкі, безпечні, інтелектуальні і прості у використанні.

References

1. Dembitska S., Miastkovska M. Improvement of professional training of higher education students through the implementation of mobile information and communication technologies. Scientific notes of the Small Academy of Sciences of Ukraine, No. 21-22. P. 41-49. (2022). https://doi.org/10.51707/2618-0529-2021-21_22-05 [in Ukrainian].
2. Kahoot. URL: <https://kahoot.com>.
3. M-learning. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/M-learning>.
4. Quizizz. URL: <https://quizizz.com/?lng=en>.
5. Socrative. URL: <https://www.socrative.com/>.
6. Zolotaryova I.O., Trush A.M. Application of mobile learning in the education system // Information processing systems. 2015. Issue 4. P. 147-150. [in Ukrainian].

Volodymyr Mykhalevych*, Dr. Sc.

Iryna Turzhanska**

Daria Nemyrovska***

* Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: mykhalevych@vntu.edu.ua

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

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

JOINT USE OF CHATGPT, MAPLE AND MAXIMA IN TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Abstract. The role of computer mathematics systems in teaching higher mathematics is discussed. It is noted that Maple is a powerful but commercial product, which limits its use in the educational process. In this regard, the author considers Maxima as an alternative, which is openly available. The problem of adapting educational materials created with the use of Maple to the use of Maxima is highlighted. The experimental results of using ChatGPT artificial intelligence to convert the Maple to Maxima program code are presented. It is concluded that ChatGPT cannot be recommended for converting Maple to Maxima program code, but it can be useful for writing program code to solve certain typical mathematical problems.

Key words and phrases: Maple, Maxima, chatGPT, Euclidean algorithm, code, conversion.

На сьогодні, СКМ Maple є незамінним інструментом у навчанні вищої математики на різних освітніх рівнях. Це потужний інструмент, що широко використовується для вирішення математичних задач, що включають як символічні, так і числові обчислення. Впродовж декількох останніх десятиліть на кафедрі вищої математики ВНТУ проводяться дослідження в напрямі застосування систем комп'ютерної математики (СКМ) у навчанні вищої математики [1, 2, 3, 4]. Можливості подібних систем з точки зору підвищення ефективності навчання вищої математики є вражаючими, проте вимагають проведення великого обсягу підготовчих робіт. В той же час, Maple є комерційним комп'ютерним продуктом, що певною мірою обмежує його доступність, а, отже, і ефективність використання в навчальному процесі.

В цьому контексті СКМ Maxima може слугувати відмінною альтернативою. Це вільно доступне та відкрите програмне забезпечення, що, подібно до Maple, надає потужні можливості для символічних та числових обчислень. Хоча воно може виявитися менш зручним у використанні в порівнянні з Maple, його відкритість та доступність роблять його атрактивним для широкого кола користувачів.

Окремі фрагменти навчально-методичних матеріалів, що були розроблені з орієнтацією на використання СКМ Maple легко можуть бути адаптовані під використання СКМ Maxima. Однак систематичне адаптування подібних матеріалів, що накопичені впродовж десятків років є не тільки доволі трудомістким процесом, а й потребує наявності рівня «експерт Maxima», що набувається роками.

У цьому контексті вельми привабливою є перевірка можливостей штучного інтелекту.

Метою даної роботи є експериментальне дослідження можливостей використання штучного інтелекту для конвертування програмного коду СКМ Maple в код СКМ Maxima.

Важливою частиною згадуваних навчально-методичних напрацювань є навчальні Maple-тренажери, що призначені для автоматизованого відтворення покрокового ходу розв'язання типових математичних задач з наявністю текстового коментаря. Тому для проведення експериментального дослідження було обрано навчальний Maple-тренажер з обчислень за розширеним алгоритмом Евкліда [5].

Як штучний інтелект обрали сервіс ChatGPT [6].

Під час першого запиту з конвертації програмного коду «Maple to Maxima», ChatGPT виявився нездатним згенерувати правильний код для програми Maxima. Хоча чат намагався дотримуватися логічної структури вихідного коду Maple, результати були некоректними, що призвело до помилок під час спроби запуску отриманого програмного коду в Maxima.

Незважаючи на численні спроби виправити код за допомогою ChatGPT, ситуація не покращилась і навіть не було помічено жодних позитивних тенденцій з покращення початково отриманого мало придатного коду.

Отже, на основі цих результатів, можна зробити висновок, що на сьогодні ChatGPT не можна рекомендувати для конвертації програмного коду «Maple to Maxima».

Слід зауважити, що за нашим запитом ChatGPT згенерував правильний програмний код розширеного алгоритму Евкліда для Maxima. Це означає, що використання ChatGPT може дещо розширити фрагменти навчально-методичних матеріалів, що відносно легко можуть бути адаптовані під використання СКМ Maxima. В той же час, для «доведення» згенерованого ChatGPT програмного коду стандартного розширеного алгоритму Евкліда до навчального Maxima-тренажера необхідні ґрунтовні знання середовища цієї системи.

References

1. Mikhalevich V. M., Tyutyunnyk O. I. The use of computer mathematics systems in the process of learning linear programming for university students: monograph. Vinnytsia: VNTU, 2016. 279 p.

2. Mikhalevich V. M., Krupskiy Y. V. Development of the Maple system in teaching higher mathematics to future mechanical engineers: monograph. Vinnytsia: VNTU, 2013. 236 p.
 3. Mikhalevich V. M., Turzhanska I. D. Educational Maple simulator for finding the equation of the tangent drawn to the graph of the function $y=f(x)$ at the point x_0 and their graphical display. *LI scientific and technical conference of subdivisions of Vinnytsia National Technical University (NTKP VNTU-2022)*: collection of reports [Electronic resource]. Vinnytsia: VNTU, 2022. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2023/paper/view/17048>
 4. Mikhalevich V.M., Nemyrovska D.O. The use of artificial intelligence in the study of mathematics. *LI scientific and technical conference of subdivisions of the Vinnytsia National Technical University (NTKP VNTU-2022)*: collection of reports [Electronic resource]. Vinnytsia: VNTU, 2022. URL: <https://d.conf.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2023/paper/view/17459>
 5. V. M. Mikhalevich Educational Maple simulator for calculations using the extended algorithm of Euclid / V. M. Mikhalevich, O. I. Tyutyunnyk, O. Korinny // *Materials of the All-Ukrainian scientific and methodological conference "Modern scientific and methodological problems of mathematics in higher education school"*, May 23-24, 2022. K.: NUHT, 2022. P. 80-83. <https://drive.google.com/file/d/1VlroDm7xDJuf9mjRYoWK2nsRX-cVqaSR/view>.
 6. Introducing ChatGPT. Access mode: <https://openai.com/blog/chatgpt>.
-

Anastasiia Smirnova
QS Games, Vinnytsia, Ukraine
e-mail: anastasiia.smirnova@quartsoft.com

MATH AND COMPUTER SCIENCE LEARNING BY BASICS GAME DESIGN AND COMPUTER GAMES

Abstract. Consider ways to use games in the mathematics and computer science learning. How games and their development can motivate students to learn.

Key words and phrases: educational games, game design, game development, motivation, programming, math, computer science.

Основною проблемою під час навчання математики та інформатики в наш час є невдалий вибір мотивації та технологій для учнів. Для дошкільнят та молодших школярів вже стало нормою вивчати мову, арифметику та довкілля через відеоігри, проте підлітки, і навіть дорослі, також чудово засвоюють інформацію у такий спосіб.

Чому ігри цікаві для всіх? Це питання можна розглядати як з боку психології, так і з біології, і так далі, проте ми обговоримо це простими словами. Гра – це емоції, це щоразу новий досвід, нові досягнення, можливість спробувати

себе у незвичній ролі, поринути у цікаву історію і подібне. Кожен може знайти власні причини грати, а сучасний ринок здатний задовільнити майже будь-яке побажання.

Як ігри мотивують до навчання? Тут можна розглянути два шляхи: проходження гри або її розробка.

Розглянемо перший варіант. Головна мотивація – це досягнення проміжних цілей та/або проходження гри. Гра складається з core gameplay (основний геймплей, базові цикли які гравець виконує для проходження) та meta gameplay (додатковий, необов'язковий, слугує для різних цілей, від утримання до отримання певного емоційного відклику гравця) [4]. Щоб досягти проміжних цілей та пройти гру гравець має виконати певні дії, які нерідко потребують навичок та/або знань, застосування логіки, аналізу. Користувач пробує, програє, аналізує свої дії, прораховує наслідки та можливі варіанти, іноді також застосовує сторонні джерела (форуми, гайди, відео) і, інколи непомітно для самого себе, навчається. Навчання через метод спроб, помилок, експлорингу.

Другий варіант – розробка ігор та модів до них. Існує багато спеціальностей в ігровій індустрії, але нас найбільше цікавлять саме game designer та developer, як найбільш пов'язані із математикою та інформатикою. У цьому випадку без знань математики та програмування, хоча б на базовому рівні, не обійтися. Від них залежить фактично все: від балансу до фактичного геймплею. Брак знань призведе до багів або дисбалансу, що буде псувати враження від гри, або зробить її буквально неграбельною.

Також деякі ігри здатні показати учням як можна застосовувати отримані знання за школи на практиці. Наприклад, через завдання в грі, які моделюють життєві ситуації або через її розробку, як можливу роботу в майбутньому.

Як застосувати ігри у навчанні? Перший варіант це створення підбірки ігор та введення їх у навчальну програму. Цей процес має бути поступовим та обов'язково в комплексі з класичним навчанням. Співвідношення використання ігор та інших методів має визначатися вчителем залежно від особливостей учнів

певного класу та цілей яких він хоче досягти. Гарним прикладом гри, яку можна використати в навчальному процесі, є, наприклад, Капітан Вектор від української студії Bristar [1], а також сервіс mathgames.com [2] де зібрано чимало математичних ігор для учнів різного віку.

Другий варіант – введення в навчальну програму курсу по геймдизайну та розробці ігор. Особливо важливі моменти, на які варто буде звертати увагу, це баланс, бази даних, популярні ігрові двигуни (Unity, UE) та програмування на відповідних обраному двигуну мовах(C#, Java, C++). Такий підхід важчий для реалізації, оскільки потребує також відповідного рівня знань та вмій від вчителя в цих напрямках. Проте, він чудово та швидко показує учням способи застосування отриманих знань та дає можливість спробувати кар'єру, яку можна обрати в майбутньому.

Також гарний спосіб мотивації учнів, а заодно перевірки їх знань, будуть шкільні game jam. Game jam - це подія (змагання), де учасники (один або команда) намагаються створити відеогру з нуля [3]. Зазвичай такий захід обмежений у часі (в середньому 2 дні) і має тему. Учасники мають гарну нагоду спробувати свої сили, перевірити знання, навички, як з ігрової розробки, так і комунікативні та менеджерські, а крім того – просто гарно провести час.

Ігри та їх розробка – це гарні інструменти для заохочення та мотивації учнів до вивчення математики та інформатики, які варто досліджувати та розглядати можливості їх введення в навчальну програму.

References

1. Bristar Капітан Вектор. Bristar. URL: https://bristar.studio/uk/games/captain-vectors-treasures_uk (date of access: 17.05.2023).
2. Math Games, Math Worksheets and Practice Quizzes. Math Games, Math Worksheets and Practice Quizzes. URL: <https://www.mathgames.com/> (date of access: 17.05.2023).
3. Parkin S. Train Jam: Strangers on a Train, Creating Video Games (Published 2016). *The New York Times*. URL: <https://www.nytimes.com/2016/03/15/arts/video-games/train-jam-strangers-on-a-train-creating-video-games.html> (date of access: 17.05.2023).
4. Popereko A., Shyshkin R. From Core to Meta Gameplay: 8 Ad Placements to Boost your Hyper-Casual Game's LTV | ironSource. ironSource. URL: <https://www.is.com/community/blog/8-ad-placements-to-boost-your-hyper-casual-ltv-meta-gameplay/> (date of access: 17.05.2023).

Olena Soia*, Ph. D.

Olha Kolomiets**

*Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine

e-mail: soia.om@vspu.edu.ua

**Center for professional development of pedagogical workers of the Kalynivka city council of the Vinnytsia region, Kalynivka, Ukraine

e-mail: okolomiyetsj@kalschl.ukr.education

SCREENCASTING AS A CURRENT TREND IN THE USE OF VISUALIZATION TOOLS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Abstract. We considered the screencasting method as a modern trend in the use of digital educational content visualization tools in educational institutions. The procedure for creating screencasts was described. Described the requirements for creating screencasts of educational content. Methods of creating screencasts, examples and possibilities of their use in the educational space of an educational institution were given.

Key words and phrases: screencasting, visualization of educational content, educational institution.

The strategy for the development of higher education in Ukraine for 2021–2031 [4] contains strategic and operational goals and objectives, the relevance of which is undeniable in today's conditions. In particular, the introduction of distance and mixed forms of education occurs thanks to the use of innovative technologies and contributes to the creation of a mechanism of cooperation between the higher education system and the labor market for the provision of educational services. The development of the digital technology industry and the need for their use in educational institutions encourages the participants of the educational process to establish interaction with the help of innovative technologies and educational tools. Semenii N. [3, p. 229] identified the most effective, easiest to use and most functional digital tools: Kahoot, Quizizz, Formative, Online Test Pad, Screencast-O-Matic, Camtasia, Windows Live Movie Maker, Avidemux, Crello, Storyjumper, Bookemon, Kindlebookmaker, Trello, Strides, Goal Tracker: Making Habits, Coach.me, Bliss Gratitude Journal, Habitica, YouTube, MindMeister, MindMup, Mindomo, Coggle, Draw.io, Blogger, Tilda, Google Site, which provide an opportunity to update and modernize the educational

process, diversify the methods of providing educational services and build trajectories of individual development of participants in the educational process.

Screencasting is a modern trend of using visualization tools in educational institutions. «Screencasting is a method of digitally recorded computer/mobile screen output, with or without audio narration» [2, p. 169].

Thanks to the use of screencasts in the educational process, the types of activities in classes are diversified; there is a combination of visual and auditory images; it is possible to organize the educational process at a convenient pace; the prospect of multiple use of the video file for educational purposes, etc.

Using screen capture software, you can record the screen of any electronic device, such as a smartphone, tablet, laptop, or personal computer. The resulting screencast usually shows a video of the screen with any content displayed on it, as well as any activity that took place.

We will describe the requirements for creating screencasts of educational content:

- 1) availability of appropriate technical support and skills in working with it;
- 2) a clear concise presentation of the material, clear language, a moderate pace of voice accompaniment;
- 3) the video should be short, not overloaded and limited to one clearly defined educational goal [1, p. 1];
- 4) the covered material should contain the beginning, the main part and the conclusion, similar to the structure of a traditional lesson;
- 5) the video should be accompanied by educational activities, and not passively watched [1, p. 1];
- 6) the duration of the video screencast is a maximum of 6-9 minutes, etc.

The use of video screencasts in pedagogical systems provides key perspectives for the implementation of flipped and blended learning in order to develop the latest pedagogical approaches that use the special possibilities of visualizing digital educational content in educational institutions.

Ways to create screencasts:

- using the Screenity extension from the Chrome web store at <https://bit.ly/3Dgfbil>;
- use of screen recording programs (Screen Recorder, OBS Studio, Bandicam, Screencast-O-Matic, etc.);
- use of capabilities of operating systems (Screen Camera).

Examples of the use of screencasts in the educational space of an educational institution are recordings of webinars, work algorithms, explanations of new material, etc.

The potential information obtained thanks to this digital method can revolutionize our understanding and view of the online experience [2, p. 184]. However, the results of the study [5] indicate that the possibility of recording lectures can negatively affect the attendance and behavior of some students in learning.

Therefore, distance and mixed forms of education implement the constitutional right of a person to obtain an education, professional qualification or advanced training. They make it possible to organize training at a time convenient for the participants of the educational process, everywhere and always with a stable Internet connection. And screencasting, as a modern trend of using visualization tools in classes, promotes the use of synchronous and asynchronous learning formats; ensures the availability of educational materials; individualization and differentiation of the educational process in matters of assessment of the level of mastery of the material, pace of learning, features of the mastery of educational material, etc.

References

1. Fyfield M., Henderson M., Heinrich E., Redmond P. Videos in higher education: Making the most of a good thing. *Australasian Journal of Educational Technology*. 2019. No. 35(5). pp. 1–7. URL: <https://doi.org/10.14742/ajet.5930>
2. Kawaf F. Capturing digital experience: The method of screencast videography. *International Journal of Research in Marketing*. 2019. Vol. 36. Issue 2. pp. 169–184. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2018.11.002>
3. Semenii N. O. Digital tools as a means for increasing motivation of future teachers' professional activity. *Information Technologies and Learning Tools*. 2022. Vol. 88. No. 2, pp. 229–238. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v88i2.4815>

4. Strategy for the development of higher education in Ukraine for 2021–2031 [Stratehiia rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini na 2021–2031 roky], 2020. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/2020/09/25/rozvitku-vishchoi-osviti-v-ukraini-02-10-2020.pdf> (in Ukrainian)
5. Voelkel S., Bates A., Gleave T., Larsen C., Stollar E. J., Wattret G., Mello L. V. Lecture capture affects student learning behaviour. *FEBS Open Bio*. 2023. Vol. 13, Issue 2. pp. 217–232. URL: <https://doi.org/10.1002/2211-5463.13548>

Oksana Turzhanska*, Ph. D.

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

TRAINING SIMULATOR FOR FINDING THE EXTREMUM OF A FUNCTION OF TWO VARIABLES IN MATHCAD

Abstract. The training simulator in Mathcad is discussed. The training simulator is designed to support the students' assimilation of the algorithm of finding the extremum of the function of two variables. The main directions of the methodical component of the training simulator in the Mathcad program are highlighted.

Key words and phrases: training simulator, Mathcad, problem of finding the extremum of a function of two variables, methodical component.

Сучасна цифровізація освіти України визначально впливає на характер наукових досліджень, культуру та освіту. Це зумовлює прямий вплив на зміст освіти і, як наслідок, на зміну форм і методів навчання [1]. У Національній доповіді «Про стан і перспективи розвитку освіти в Україні» [7] одним із напрямів цифровізації освіти України є насичення науково-освітнього простору комп'ютерно орієнтованими засобами, електронними освітніми ресурсами. Одним із напрямів впровадження комп'ютерно орієнтованих засобів в освіту є використання математичних середовищ у навчанні математики як засобу саморегуляції знань молоді.

Останнім часом у вищій школі спостерігається зменшення кількості аудиторних годин та збільшення ролі самостійної роботи студентів, дистанційного навчання. За таких умов, одним із перспективних напрямів

навчання вищої математики є використання систем комп'ютерної математики (СКМ), зокрема для створення навчальних тренажерів.

Теоретичні та практичні аспекти використання засобів комп'ютерної візуалізації навчального контенту у навчанні математики в умовах цифровізації освіти досліджували М. І. Жалдак [8], В. Ю. Биков [8], С. А. Кирилащук [5]., В. М. Михалевич [6], Н. В. Морзе [3], О. В. Семеніхіна [4], В. І. Клочко [5].

Використання математичних середовищ у навчанні вищої математики розглядалось нами у роботах [2], [9].

Метою роботи є створення навчального тренажера щодо знаходження екстремуму функції двох змінних у математичному середовищі Mathcad.

Під навчальним тренажером розв'язування математичних задач розуміємо програми-тренажери з покроковою деталізацією етапів розв'язування математичної задачі, що надає можливість студентам здійснити детальну перевірку кожного кроку виконання завдання.

У процесі створення навчального тренажера особливу увагу слід приділити вибору математичного середовища. Для створення навчального тренажера щодо знаходження екстремуму функції двох змінних ми обрали СКМ Mathcad. Програму Mathcad зручно використовувати для навчання, оскільки відкрита архітектура її застосунків у поєднанні з підтримкою технологій NET і XML дозволяють інтегрувати програму в будь-які ІТ-структури. В Mathcad обчислення відображаються графічно, на противагу текстовому запису за допомогою програмного кода, що використовується в інших СКМ. Mathcad орієнтований на підготовку інтерактивних обчислювальних документів.

Копія екрана навчального тренажера для знаходження екстремуму функції двох змінних у середовищі Mathcad представлена на рис. 1.

Основними напрямками методичної складової навчального комп'ютерного тренажера у Mathcad є: 1) текстове представлення; 2) автоматизація та графічне відображення проміжних обчислень; 3) книжковий вигляд формул; 4) підтримка

самостійної роботи; 5) генерація практичних завдань; 5) графічна інтерпретація розв'язку.

Отже, навчальні тренажери у математичних середовищах використовують у навчанні математики у двох основних напрямках: як засіб подання, ілюстрації навчального матеріалу та як засіб розв'язування задач, дослідження математичних моделей.

Використання навчальних тренажерів у програмних середовищах для навчання математики сприяє інтеграції інформатики та математики, активізації самостійної роботи, саморегуляції математичних знань молоді.

Навчальний тренажер

Задача знаходження екстремуму функції $z=f(x,y)$ в заданій області

1. Ввести функцію:

$$z := f(x, y)$$

2. Необхідна умова екстремуму функції.

Привіняти частинні похідні функції до нуля знайти дійсні розв'язки (x_0, y_0) системи рівнянь, які належать області:

$$\frac{d}{dx} f(x, y) = 0 \quad \frac{d}{dy} f(x, y) = 0$$

Розв'язки системи рівнянь є точки підозрілі на екстремум.

3. Достатні умови екстремуму функції.

Обчислити значення частинних похідних 2-го порядку функції $z=f(x,y)$ в точках (x_0, y_0) :

$$a_{11}(x, y) := \frac{d^2}{dx^2} f(x, y) \quad a_{12}(x, y) := \frac{d^2}{dxdy} f(x, y)$$

$$a_{22}(x, y) := \frac{d^2}{dy^2} f(x, y)$$

$$a_{11} := a_{11}(x_0, y_0) \quad a_{12} := a_{12}(x_0, y_0) \quad a_{22} := a_{22}(x_0, y_0)$$

Обчислити значення визначника:

$$\Delta = \det \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$$

При цьому:

а) якщо $\Delta > 0$, то маємо екстремум: максимум при $a_{11} < 0$ і мінімум при $a_{11} > 0$;

б) якщо $\Delta < 0$, то екстремуму немає;

в) якщо $\Delta = 0$, то маємо сумнівний випадок, і тут потрібні інші дослідження.

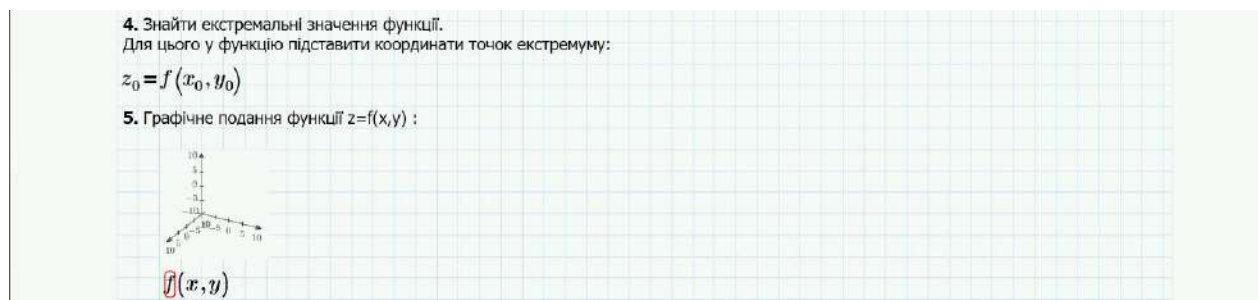


Рис. 1. Копія екрана навчального тренажера для знаходження екстремуму функції двох змінних у середовищі Mathcad

References

1. Bykov V.Yu., Spirin O.M., Pinchuk O.P. Problems and tasks of the current state of informatization of education. Scientific support for development of education in Ukraine: actual problems of theory and practice. 2017. P. 191- 198 (in Ukrainian).
2. Galetsky S. M., Turzhanska O. S., Galetskaya T. I. Training simulator for geometric representation of complex numbers in Maxima as an element of distance learning. Actual problems of physics, mathematics, computer science and methods of their training: materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference, 18-20 January 2023 року. K. : Publishing House of UCU named after Mikhail Drahomanov, 2023. P. 177-180 (in Ukrainian).
3. Grinevich L. M., Morse N. V., Boyko M. A. Scientific education as the basis for the formation of innovative competence in the context of digital transformation of society. Information technology and learning tools. 2020. Vol. 77, №3. P. 1-22 (in Ukrainian).
4. Drushlyak M. G., Semenikhina O. V., Proshkin V. V., Kharchenko S. Y., Lukashova T. D. Methodology of formation of modeling skills based on a constructive approach (on the example of GeoGebra). CEUR Workshop Proceedings. 2021. Vol. 2879. P. 458-472.
5. Klochko V.I., Kirilashchuk S.A. Higher mathematics with computer support. Theory of functions of a complex variable: textbook. Vinnitsa, 2010. 128 p (in Ukrainian).
6. Mikhalevich V. M., Krupsky Ya. V. The development of the Maple system in teaching higher mathematics to future mechanical engineers : monograph. Vinnitsa: VNTU, 2013. 236 p (in Ukrainian).
7. National report on the state and prospects of education in Ukraine: monograph / National Academy of Educational Sciences of Ukraine, edited by V.G. Kremen. Kyiv, 2021. 384 p (in Ukrainian).
8. Theoretical and methodological principles of informatization of education and practical implementation of information and communication technologies in the educational sphere of Ukraine : monograph / V. Y. Bicov, O. Y. Burov, A. M. Gurzhi, M. I. Jaldak, M. P. Leshchenko, S. G. Litvinova, V. I. Lugovoi, V. V. Oleinik, A. N. Spirin, M. P. Shishkina. Kyiv, 2019. 214 p (in Ukrainian). URL: <https://lib.iitta.gov.ua/718652/>
9. Turzhanska O. S. Use of computer programs for mathematical purposes when teaching a higher course in higher mathematics at a pedagogical university. Modern information technologies and innovative methods of training in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems. 2018. Vol. 50. P. 394-398 (in Ukrainian).

SECTION 7. METHODS OF TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE IN SECONDARY EDUCATION

Larisa Chernykh*, Ph. D.

Kateryna Shchur**

*Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih, Ukraine
e-mail: laracher54@gmail.com

**Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih, Ukraine
e-mail: efremova.katrina.16@gmail.com

ANALYSIS OF THE PROBLEM OF THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' COMPUTING CULTURE

Abstract. Computing culture is a significant part of overall human culture. The formation and development of the students computing culture occur during the whole period of education. The level of computing culture is characterized by the awareness of the theoretical bases of the performed actions and the ability to put them into practice.

Key words and phrases: Computing culture, computing skills and abilities.

В наш час спостерігається тенденція зниження рівня обчислювальної культури учнів. Науковці зазначають, що значне поширення обчислювальної техніки призвело до того, що іноді ставлять під сумнів актуальність проблеми відпрацювання обчислювальних умінь та навичок. Наприклад, при обчисленні значення виразу: $(-3,7 + 2,5 - 4,3 + 7,5) \cdot 2,3 + (-14,9 + 15,2 - 3,3) \cdot 2,3$ дуже багато учнів використовують калькулятор. Якщо при цьому вимагається усно знайти значення цього виразу, то значна кількість учнів не можуть розв'язати цей приклад, або роблять це нерационально [1, с. 50]. Багато учнів і дорослих занадто розраховують на обчислювальну техніку, через це згодом втрачають вміння проводити усні обчислення, в яких достатньо застосувати таблицю множення та елементарні прийоми арифметичних дій.

«Ряд науковців на сьогоднішній день вважають, що досягти якісних результатів при формуванні обчислювальних навичок учнів можна, якщо вийти за рамки звичайного сприйняття цього питання і розглянути його у контексті обчислювальної культури» [2, с. 46].

Зазвичай, до обчислювальної культури відносять: вміння усно рахувати, швидко та правильно обчислювати, поєднувати різні прийоми обчислень, володіти прийомами геометричних вимірів, читати інформацію, подану у вигляді таблиць, діаграм, графіків, складати найпростіші алгоритми, що є дуже важливими для будь-якої людини.

З початкових класів проблема формування обчислювальної культури учнів стоїть досить гостро та вимагає не тільки опанування учнями певними обчислювальними вміннями, а й вміннями застосовувати їх на практиці. Формування обчислювальної культури учнів – це нелегкий та тривалий процес, ефективність якого залежить від індивідуальних особливостей учня та доцільно побудованої методики навчання. Рівень розвитку обчислювальних умінь та навичок учня безпосередньо залежить від рівня сформованості обчислювальної культури вчителя, від його теоретичної та методичної підготовки.

Важливо розуміти, що обчислювальна культура людини не зводиться лише до вміння виконувати обчислення (усно, письмово, за допомогою обчислювальної техніки). Слід забезпечити усвідомлення теоретичних основ виконуваних дій та навчити застосовувати відповідні вміння та навички в практичній діяльності. Зокрема, вивчення числової лінії шкільного курсу математики передбачає свідоме володіння такими поняттями, як «число» і «цифра», «дріб» і «дробове число», та розуміння залежності між основними числовими множинами. Важливо сформувати у учнів розуміння того, що більшість прийомів раціональних обчислень ґрунтуються на властивостях додавання і множення дійсних чисел (переставний, сполучний, розподільчий).

Формувати обчислювальну культуру учнів слід протягом всього процесу навчання математики в школі. Сформовані обчислювальні прийоми та навички освічена людина буде використовувати протягом усього життя.

References

1. Kuzmenko T.I. Computational Culture as a Component of Mathematical Literacy of Elementary School Students. *Development of Intellectual Skills and Creative Abilities of Students in the Learning Process of Natural and Mathematical Disciplines "ITM*plus - 2015"*: Proceedings of the II International Scientific and Methodological Conference (December 3-4, 2015, Sumy): in 3 parts. Part 1. P. 50-51.
2. Romanishin R.Ya. Computational Culture of Younger Schoolchildren as a Component of Mathematical Culture. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, III(22), Issue: 45, 2015. P. 46-49.

Tetiana Dumanska, Ph. D.

Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, Kamianets-Podilskyi,
Ukraine

e-mail: dumanska@kpnu.edu.ua

THE PROBLEM OF INCREASED COMPLEXITY AS A MEANS OF FORMING THE RESEARCH AND COGNITIVE ACTIVITI OF EDUCATION ACQUISITIONS

Abstract. Using the example of one task, the work highlights the role of tasks of increased complexity for the formation of research and cognitive activity of students.

Key words and phrases: task of increased complexity, research-cognitiveactivity, mathematics, institutions of general secondary education.

Уміння бути активним, розвивати в собі пізнавальні якості, критично мислити, досліджувати завжди було, є і буде актуальним для здобувачів освіти. Основним завданням учнів можна вважати оволодіння такими вміннями. Поряд з цим, основним завданням педагога залишається вміння викликати бажання розв'язати поставлену задачу, спонукати до дій, майстерно направляти, всіляко сприяти формуванню та розвитку дослідницько-пізнавальної активності.

Одним із основних напрямів розвитку освіти на сьогодні є розвиток умінь використовувати набуті знання, уміння й навички для розв'язування завдань,

які ставить перед здобувачами освіти життя. Особливої актуальності набуває проблема розвитку дослідницько-пізнавальної активності на заняттях із математики. Власний досвід вирішення певного завдання та власні спостереження за роботою учнів над розв'язування саме *задач підвищеної складності* наводять на думку, що це ефективний метод активізації процесів мислення здобувачів освіти.

Наведемо приклад однієї з таких задач, яку доцільно розглянути під час вивчення теми «Осьова симетрія» у 9 класі на уроці геометрії.

Задача. Скласти рівняння кола, симетричного колу $(x + 3)^2 + (y - 4)^2 = 16$ відносно прямої $y = x$; знайти формули паралельного перенесення, при якому задане коло переходить у симетричне.

Розв'язування запропонованої задачі доцільно розпочати з аналізу її умови, оскільки, маючи рівняння кола, учні, у кращому випадку, одразу починають шукати його центр і радіус, не до кінця розуміючи для чого це потрібно. А, ось, коли звернути їхню увагу спочатку на наслідок із властивості осьової симетрії (осьова симетрія є рухом): якщо фігури симетричні відносно прямої, то вони рівні, то очевидним стає необхідність відшукування спочатку координат центра заданого кола і його радіуса. Таким чином учитель сприятиме усвідомленню необхідності виконання тих чи інших математичних операцій і вибудовуванню логічної послідовності дій.

Необхідно пригадати загальне рівняння кола $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$, у якому точка $(a; b)$ – центр кола, r – його радіус. Після цього стає очевидним, що: точка $(-3; 4)$ – центр кола, заданого в умові задачі; радіус $r = 4$.

Далі постає завдання побудови симетричного кола заданому відносно прямої. А для цього потрібно знайти лише центр симетричного кола, оскільки радіус залишиться таким самим. Тому наступним кроком буде знаходження координат симетричної точки точці $(-3; 4)$ відносно прямої $y = x$. Учні мають пригадати означення симетричних точок відносно прямої: точки O і O_1

називають симетричними відносно прямої, якщо ця пряма є серединним перпендикуляром відрізка OO_1 . Здобувачі освіти з аналізу означення мають чітко уявляти алгоритм побудови точки, симетричної точці $(-3;4)$: 1) за допомогою лінійки з точки $(-3;4)$ опустити перпендикуляр на пряму $y = x$; 2) з основи перпендикуляра провести відрізок такої ж довжини як перпендикуляр під прямим кутом до прямої $y = x$; 3) отримана точка $(x; y)$ буде симетричною заданій. У шкільному курсі геометрії для 9 класу передбачається така побудова у зошиті в клітинку і безпосереднє визначення координат симетричної точки $(x; y) = (4; -3)$ із малюнка. Враховуючи неточність побудови, та для формування дослідницько-пізнавальних навичок учнів доцільно запропонувати провести доведення рівності відповідних відрізків. Після доведення того, що, дійсно, точки $(-3;4)$ і $(4; -3)$ є рівновіддаленими від прямої $y = x$ звертаємо увагу учнів на особливість абсцис і ординат цих точок. Неважко помітити, що у симетричній точці абсциса та ордината помінялись місцями. Так здобувачів освіти підводимо до самостійного виведення властивості симетричних точок відносно бісектриси I та III координатних кутів, а саме: під час симетрії відносно прямої $y = x$ точка $A(x; y)$ переходить у точку $A_1(x_1; y_1)$, де $x_1 = y$, $y_1 = x$. Ця властивість у вигляді задачі на доведення запропонована для розв'язування учням у підручнику [3, с. 105] і віднесена до задач третього рівня складності з трьох.

Знаючи центр симетричного кола заданому і маючи на увазі, що симетричне коло повинно бути рівним заданому, учні з легкістю будують це коло і записують його рівняння $(x - 4)^2 + (y + 3)^2 = 16$.

Отже, $O(-3;4) \rightarrow O_1(4;-3)$. Пригадавши як здійснюється паралельне перенесення, учні записують: $4 = -3 + a, \Rightarrow a = 7; -3 = 4 + b, \Rightarrow b = -7$. За

формулами паралельного перенесення отримують:

$$\begin{aligned}x' &= x + 7, \\y' &= y - 7.\end{aligned}$$

Як домашнє завдання варто запропонувати учням з'ясувати як поводять себе координати симетричних точок відносно прямої $y = -x$. Такі задачі неабияк розвивають дослідницько-пізнавальні навички, якщо їх виконання є некороткостроковим. Як показує практика, задачі підвищеної складності заселяються в нашій свідомості і змушують нас постійно продумувати різні можливі варіанти вирішення поставленої проблеми.

References

1. Bevs G. P., Bevs V. G., Vladimirova N. G. Geometry: textbook. for 9th grade general education education closing. K.: «Education» publishing house, 2017. 272 p.
2. Burda M. I., Tarasenkova N. A. Geometry: textbook. for 9th grade general education education closing. K.: UOVC «Orion», 2017. 224 p.
3. Ister O. S. Geometry: textbook. for 9th grade general education education closing. K.: Geneza, 2017. 240 p.
4. Merzlyak A. G., Polonsky V. V., Yakir M. S. Geometry : textbook. for 9th grade general education education closing. Kharkiv: Gymnasium, 2017. 240 p.
5. Yershov A. P., Holoborodko V. V., Kryzhanovskiy O. F., Yershov S. V. Geometry: tutorial. for 9th grade general education education closing. Kharkiv: Ranok Publishing House, 2017. 256 p.

Oleksandr Khvostetskiy

Rakov gymnasium of the Tomashpil settlement council, Vinnytsia region, Ukraine

e-mail: sasha884@gmail.com

THE USE OF DIGITAL COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING IN INSTITUTIONS OF GENERAL SECONDARY EDUCATION

Abstract. Education in the conditions of distance learning today requires the use of digital communication and collaboration technologies to provide quality education for students and ensure

effective interaction between participants in the educational process. Therefore, the use of digital technologies in education is an urgent and important task.

Key words and phrases: digital communication technologies, cooperation of participant in the educational process, distance learning.

Взаємодія всіх учасників освітнього процесу – один з найважливіших факторів успішного функціонування будь-якої шкільної спільноти. В умовах дистанційного навчання, коли вчителі та учні не можуть бути поруч, взаємодія між усіма учасниками освітнього процесу: адміністрацією школи, вчителями, учнями і батьками, набуває особливої важливості.

Для організації дистанційного навчання недостатньо перенести викладання з віч-на-віч в онлайн, не змінюючи при цьому методичні підходи. Перед педагогами постали випробування – навчитися вільно користуватись сучасними освітніми електронними ресурсами, організувати роботу та мотивувати дітей до навчання, налагодити зворотній зв'язок і відслідковувати результати дистанційного навчання. Для батьків цифрові технології є зручним інструментом для отримання інформації про навчальний процес, отримання повідомлень від вчителів, відстеження успішності своїх дітей та взаємодії із навчальним закладом в цілому.

Використання цифрових технологій комунікації та співпраці дозволяє вчителям та учням взаємодіяти та спілкуватися в режимі реального часу, обмінюватися інформацією, вирішувати проблеми та спільно працювати над навчальними завданнями. Крім того, цифрові технології дають можливість учителям організувати онлайн-уроки, проводити тести та опитування, а також забезпечувати індивідуальну роботу з кожним учнем [1].

Цифрові технології також дають змогу учасникам освітнього процесу співпрацювати під час розв'язування завдань та ділитися своїми думками та ідеями. Особливо важливою є можливість колективної роботи в онлайн-середовищах, що дозволяє учням взаємодіяти між собою, обговорювати матеріали для навчання, створювати та редагувати спільні проекти.

Для педагогів використання цифрових комунікаційних технологій в умовах дистанційного навчання є важливою складовою для розвитку інноваційних підходів до навчання та викладання. Вчителі можуть отримувати підтримку та поради від колег, займатися самоосвітою, проходити курси підвищення кваліфікації й стажування, відвідувати тренінги й семінари [3].

Проте дистанційне навчання має й деякі недоліки, зокрема зменшення соціалізації, відсутність можливості здобувати досвід у роботі в команді та менше можливостей для розвитку міжособистісних навичок. Також можуть виникати проблеми з доступом до технологій для деяких учнів. У будь-якому випадку, дистанційне навчання є важливим ресурсом для забезпечення можливостей навчання в умовах, коли присутність у класі неможлива. Важливо, щоб навчальні заклади забезпечували рівний доступ до технологій для всіх учнів та вчителів і забезпечували якісне навчання незалежно від його формату [2].

Отже, використання цифрових технологій комунікації та співпраці учасниками освітнього процесу є важливим елементом дистанційного навчання, який дозволяє забезпечити якісну освіту та взаємодію між учасниками процесу.

References

1. Murashchenko, T. Blended and distance learning as a way to access quality education. *Modern open educational e-environment university*. 2017. № 3. P. 283-287.
2. Orhanizatsiia dystantsiinoho navchannia v shkoli: metodychni rekomendatsii. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/metodichni%20recomendazii/2020/metodichni%20recomendazii-dustanciynna%20osvita-2020.pdf> (in Ukrainian)
3. Rebyn V. A. Methodology of distance learning: collection of articles. Khmelnytskyi: HOIPPO. 2021. P. 99.

Alina Klimishyna, Ph. D.

Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
lyceum of the village of Ivaniv, Ukraine
e-mail: klimishyna.alina@gmail.com

APPLICATION OF QUEST TECHNOLOGIES DURING THE STUDY OF MATHEMATICS IN GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS

Abstract. The article considers the concept of a quest, an educational quest; types of quests are highlighted; the content and features of the author's mathematical quest "Journey through historical and cultural monuments of Ukraine" for pupils of the 5th class in general secondary education institutions are given.

Key words and phrases: quest, educational quest, mathematical quest, general secondary education institution.

Пріоритетним завданням сучасного педагога є відшукання та впровадження нових ефективних методів та технологій навчання в освітній процес закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО). Серед інновацій в освіті можна виділити квест-технології.

Квест – це пригода, зазвичай ігрова, під час якої гравцям або гравцеві потрібно подолати перешкоди для досягнення певної мети. Під час гри команди розв’язують логічні задачі, здійснюють пошук відповідей на певній місцевості, будують оптимальні маршрути переміщення та шукають оригінальні розв’язання, використовуючи підказки [2, с.4].

Освітній квест – це інтегрована технологія, яка об’єднує ідеї проєктного методу, проблемного та ігрового навчання, взаємодії в команді та використання ІКТ; поєднує цілеспрямований пошук при виконанні головного проблемного та серії допоміжних завдань з пригодами або грою за певним сюжетом [1, с.9].

Проаналізувавши літературні джерела, можна виділити такі види квестів: за формою проведення (комп’ютерні ігри, веб-квести, медіа квести, QR-квести,

квести на природі, комбіновані квести); за терміном реалізації (короткострокові, довгострокові); за режимом проведення (в реальному часі, у віртуальному режимі, в комбінованому режимі); за предметним змістом (моно квест, міжпредметний квест); за формою роботи (групові, індивідуальні); за структурою сюжетів (лінійні, штурмові, кільцеві); за домінуючою діяльністю учнів (інформаційний квест, дослідницький квест, рольовий квест, творчий квест), за інформаційним освітнім середовищем (традиційне освітнє середовище, віртуальне освітнє середовище) тощо.

Нами розроблено та впроваджено в освітній процес ЗЗСО чимало математичних квестів (зокрема, в умовах дистанційного навчання веб-квестів).

Створюючи квести, особливу увагу звертаємо на формування в учнів патріотизму, ціннісного ставлення до Батьківщини, держави, нації. Тому до квестів включаємо задачі патріотичного змісту, серед яких: задачі, що містять історичні дані, відомості про культуру українського народу, про рослинний і тваринний світ нашої місцевості тощо.

Розглянемо зміст та особливості проведення авторського математичного квесту «Подорож історико-культурними пам'ятками України» (для учнів 5 класу).

Квест проведено в межах позакласної роботи з математики.

Мета квесту: узагальнення та систематизація знань та вмінь учнів з теми «Задачі та вправи на всі дії з десятковими дробами»; розвиток в учнів критичного мислення, дослідницьких умінь; формування патріотизму, математичної мови, мотивації до вивчення математики.

Проходження квесту передбачає віртуальне відвідування учнями історико-культурних пам'яток України, серед яких Кам'янець-Подільська фортеця, національний Києво-Печерський історико-культурний заповідник, національний дендрологічний парк «Софіївка», національний заповідник «Софія Київська», національний заповідник Херсонес Таврійський, Хотинська

фортеця, національний заповідник «Хортиця» (ці пам'ятки за версією оргкомітету всеукраїнської акції (2007 р.) віднесено до семи чудес України).

Правила квесту: учням, які об'єдналися в дві команди, потрібно відгадати назви пам'яток України та розшифрувати цікаві відомості про них, розв'язавши відповідні завдання з теми «Задачі та вправи на всі дії з десятковими дробами».

Наведемо кілька прикладів завдань квесту, які пропонувались учням на відповідних слайдах задалегідь підготовленої презентації (рис. 1, рис. 2, рис.3).

Запишіть десяткові дроби в порядку спадання та дізнайтеся назву історико-культурної пам'ятки в Хмельницькій області.

3,7	5,1	2,06	4,5	4,05	4,8	4,09	3,69	2,47	2,13	2,5
ДІЛЬ	КА	ЦЯ	НЕЦЬ	ПО	М'Я	-	СЬКА	ФОР	ТЕ	СЬКА

Рис. 1. Завдання квесту

Знайдіть значення виразу та дізнайтеся площу (у км²), яку займає Кам'янець-Подільська фортеця.

$$(45 - 39,687 + 3,437) \cdot 1000$$


Рис. 2. Завдання квесту

Розв'яжіть рівняння та дізнайтеся кількість башт, які входять до складу Кам'янець-Подільської фортеці.


$$65,94 : (x - 6,8) = 15,7$$


Рис. 3. Завдання квесту

Виконані командами завдання перевіряють експерти (запрошені вчителі математики). Враховується швидкість та правильність виконання вправ.

Кожне правильно виконане завдання дозволяє учасникам команд відвідати певну історичну пам'ятку України та дізнатися цікаві історичні відомості, що стосуються певної локації цієї пам'ятки.

Розгадавши назву історико-культурної пам'ятки України, школярі мали можливість віртуально її відвідати. Фрагмент відео представлено на рис. 4.

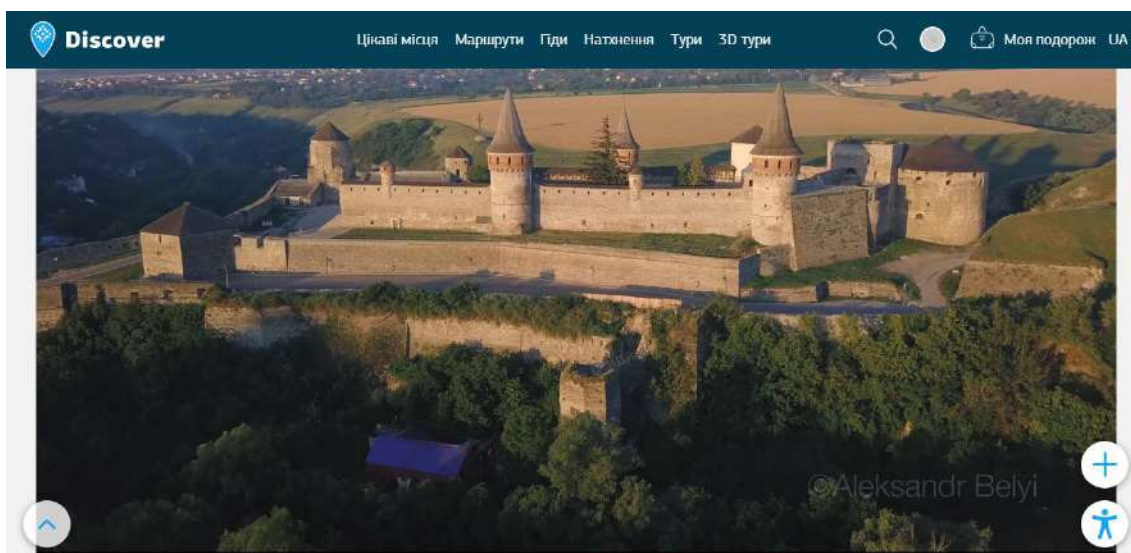


Рис.4. Фрагмент віртуальної подорожі Кам'янець-Подільською фортецею

Таким чином, впроваджуючи математичні квести в освітній процес ЗЗСО, можна виділити такі переваги цієї технології:

- в учнів розвиваються навички мислення високого рівня (аналіз, синтез, оцінювання);
- формуються дослідницькі уміння;
- удосконалюється математична мова;
- формується уміння працювати в команді, формулювати, аргументувати та доводити свою думку тощо.

References

1. Kulishov V.S. The application of quest technology in the professional-theoretical training of students of professional (vocational-technical) education institutions: educational and methodological manual. Bila Tserkva: BINPO UMO NAPN of Ukraine, 2018. 86 p.
 2. Mathematics. Quests. 5-11 classes. S. Palieva, O. Norenko, O. Velichko, O. Voloshyn, editor. Semibalamut O., Kirdey I. Kyiv: Ed. House "First of September", 2017. 160 p.
-
-

Olena Korolyuk, Ph. D.

Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine

e-mail: korolyukwork@gmail.com

STEM-EXCURSIONS IN EDUCATION OF MATHEMATICS

Abstract. We substantiate the importance of introducing STEM into the Ukrainian educational space; we consider the issue of using STEM-excursions in education; we formulate the definition of a STEM-excursion, a virtual STEM-excursion, determine the purpose of their application and the peculiarities of the organization in the process of teaching mathematics.

Key words and phrases: STEM-education, educational excursion, STEM-excursion, virtual STEM-excursion.

Нині STEM є одним із головних світових освітніх трендів. Розвиток національної економіки, наукоємних та високотехнологічних галузей визначає STEM-освіту одним із пріоритетів Нової української школи.

Відповідно до Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), ухваленої Кабінетом Міністрів України у серпні 2020 року, STEM-освіта розглядається як цілісна система природничої і математичної

освітніх галузей, метою якої є розвиток особистості через формування компетентностей, природничо-наукової картини світу, світоглядних позицій і життєвих цінностей з використанням трансдисциплінарного підходу до навчання, що базується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв'язання практичних проблем для подальшого використання цих знань і вмінь у професійній діяльності. Основними її завданнями є: формування навичок розв'язання складних (комплексних) практичних проблем, формування компетентностей, актуальних на ринку праці; всебічний розвиток особистості шляхом виявлення її нахилів і здібностей; оволодіння засобами пізнавальної та практичної діяльності; виховання особистості, яка прагне до здобуття освіти упродовж життя, формування вмінь практичного і творчого застосування здобутих знань [3].

За допомогою інноваційних форм та методів (турнірів, конкурсів, фестивалів, практикумів, екскурсій, квестів, хокатонів тощо) STEM-навчання може бути забезпечено в усіх освітніх ланках, реалізуватися через різні види освіти. Зокрема, учителі математики все частіше застосовують у своїй практиці навчальні екскурсії, що дозволяє залучати учнів до активної пошукової діяльності, мотивувати, підвищити інтерес до вивчення математики, природничих наук.

Ефективними визнано *STEM-екскурсії* – особливий вид інтегрованих навчальних занять, який проводиться за межами освітнього закладу в умовах природного ландшафту, виробництва, музею, виставки з метою спостереження та вивчення учнями різних об'єктів і явищ навколишнього середовища [2]. Під час таких екскурсій учні одержують можливість краще усвідомити математичні поняття й співвідношення, розширити знання, які були засвоєні на заняттях, осмислити прикладний зміст математики, дослідити міжпредметну інтеграцію.

У відповідь на виклики сьогодення, за умов дистанційного чи змішаного форматів навчання, особливої популярності набувають *віртуальні STEM-екскурсії*, які відрізняються від звичних, реальних екскурсій віртуальним

відображенням справжніх об'єктів з метою створення умов для самостійного спостереження, збору необхідних фактів тощо [1]. Їх організація забезпечується завдяки застосуванню он-лайн сервісів, офіційних веб-сайтів музеїв, наукових установ, університетів, національних парків, заповідників, веб-камер тощо.

Для прикладу, на платформі YouTube можна віртуально відвідати Музей науки на ВДНГ, <https://www.youtube.com/watch?v=WIN6BZzQlp0>, Музей популярної науки і техніки «Експериментаніум», <https://www.youtube.com/watch?v=nEJcreMU7Ec> у Києві; Ботанічний сад у Кембріджі (Велика Британія), <https://www.youtube.com/user/CUBotanicGarden/featured> тощо. Використання додатку Google Arts&Culture або Музейному порталу (<https://museum-portal.com/ua/muzeyi>) дозволить уявно подорожувати музеями України та світу. Також у прямому доступі постійно працюючі веб-камери, які встановлені у визначних місцях у багатьох містах світу (Рим, Венеція, Сеул, Сідней, Амстердам, Прага, Мадрид, Токіо та багато ін.), що дозволяє отримати ефект присутності.

Здійснюючи STEM-підхід у процесі навчання математики, можна запропонувати різні віртуальні екскурсії: оглядові (відвідування декількох екскурсійних об'єктів, поєднаних загальною темою); об'єктні (у певний музей, галерею тощо); тематичні (екскурсії, що розкривають певну тему або її окремі аспекти); біографічні (створені задля вивчення конкретної історичної особистості, вченого, видатного математика); природничі та технічні (спрямовані на вивчення об'єктів, явищ, процесів, законів живої та неживої природи, встановлення закономірностей, створення математичних моделей); історико-культурні (екскурсії історичними місцями, що розкривають періоди історії розвитку держави та національної культури, науки) [2].

Такі екскурсії можна організовувати на різних етапах: на початку вивчення теми, щоб захопити учнів навчальною темою; під час вивчення теми, щоб надати можливість учням удосконалити вміння й компетентності, розвиток

яких обмежень в межах звичного уроку; наприкінці теми, щоб завершити й узагальнити знання з теми [2].

Таким чином, завдяки впровадженню STEM учителі математики дістають велике поле для власної методичної творчості. Зокрема, прикладні завдання з реальними даними, одержаними під час віртуальних STEM-екскурсій, відкривають додаткові можливості для реалізації наскрізних ліній «Екологічна безпека й сталий розвиток», «Громадянська відповідальність», «Здоров'я і безпека», «Підприємливість і фінансова грамотність», визначених програмою з математики.

References

1. Drobin A. A. Virtual excursion as a form of organization of the educational process of natural sciences: methodological features. *Innovative pedagogy*. 2022. Vol. 46. P. 239-243. (in Ukrainian)
2. Implementation of the excursion form of work in the educational activities of students of general secondary education institutions as a factor in improving the quality of STEM education. URL: <http://yakistosviti.com.ua/userfiles/web-sten-school-2020/dodatki/7-liutogo/Jevdokymova/Dodatok-1-zbirnyk.pdf>. (in Ukrainian).
3. The Concept of the development of science and mathematics education (STEM-education): approved by the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine from 5.08.2020 p. № 960-p. *Legislation of Ukraine*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020>. (in Ukrainian).

Oleksandr Mamon*, Ph. D.

Olena Hulii**

*Poltava National Pedagogical University named after V.G. Korolenko, Poltava, Ukraine

e-mail: ovmamon@gsuite.pnpu.edu.ua

**Poltava National Pedagogical University named after V.G. Korolenko, Poltava, Ukraine

e-mail: olenagulij@gmail.com

USING OF INTERNET SERVICES DURING STUDYING CERTAIN TOPICS OF THE SCHOOL COURSE OF INFORMATICS

Abstract. The main advantages of using Internet services during studying certain topics of the school computer science course are highlighted. The dangers of using Internet services in the educational process are outlined. Examples of online services for use in computer science lessons are offered.

Key words and phrases: internet services, interactive resources, online editors, school computer science course.

Однією з основних переваг використання інтернет-сервісів у вивченні інформатики є доступність безлічі різноманітних ресурсів, які можна використовувати для вивчення широкого спектру тем шкільного курсу. Наприклад, використання електронних підручників, відеоуроків, онлайн-курсів, ігор та симуляторів можуть допомогти учням краще зрозуміти теоретичний матеріал та застосувати його на практиці. Крім того, інтернет-сервіси можуть допомогти вчителю в організації роботи з учнями за позакласними завданнями та проектами.

Інтернет-сервіси можуть бути корисним інструментом для організації самостійної роботи учнів з інформатики, оскільки вони є джерелом додаткової інформації, методичних матеріалів, інтерактивного контенту, які доповнюють навчальну програму.

Використання інтернет-сервісів також може розвивати в учнів ключові компетенції, такі як інформаційна грамотність та критичне мислення. Учні можуть навчитися оцінювати інформацію з інтернету, розвивати свої навички з пошуку та аналізу інформації.

Проте, необхідно пам'ятати про потенційні небезпеки використання інтернет-сервісів у навчанні. Учні повинні бути свідомими про те, яку інформацію вони знаходять в інтернеті та як правильно її оцінювати. Вчителі повинні забезпечити безпеку учнів під час використання інтернету та відповідально ставитися до вибору ресурсів для використання на уроках.

Наприклад, при вивченні теми «Безпека в інтернеті» можна використовувати інтерактивні ресурси, такі як відео зі створенням паролю або гри, де учні повинні визначити, які дії є безпечними в інтернеті.

В рамках розділу «Алгоритми та програми» можна використовувати онлайн-редактори коду, які дозволяють учням створювати програми та тестувати їх без необхідності встановлювати додаткові програми на свої

комп'ютери. Представниками таких редакторів є: онлайн Scratch [3], Code with Mu [1], Python Online Compiler [2] тощо.

Актуальним є використання онлайн-ресурсів, які містять візуалізації комп'ютерних мереж та пояснення їхньої роботи, при вивченні теми «Мережі».

Інтернет-сервіси також дозволяють учням працювати з інформацією з будь-якого місця з доступом до інтернету, що забезпечує гнучкість у навчанні. Це дозволяє учням навчатися в зручний для них спосіб та підтримує індивідуальний підхід до навчання.

Додатково, інтернет-сервіси можуть забезпечити доступ до ресурсів та матеріалів для учнів, які мають різний рівень підготовки, тим самим підтримуючи диференціацію навчання.

Отже, роль інтернет-сервісів у вивченні окремих тем шкільного курсу інформатики є дуже важливою, оскільки вони можуть покращити якість викладання та зробити процес навчання більш доступним, цікавим та інтерактивним.

References

1. Code with Mu. URL: <https://codewith.mu/>
 2. Python Online Compiler. URL: <https://replit.com/languages/python3>
 3. Scratch. URL: <https://scratch.mit.edu/>
-

Diana Mudrak*

Oksana Klochko**, Dr. Sc.

*Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia,
Ukraine

e-mail: mydrak10diana@gmail.com

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

e-mail: klochkoob@gmail.com

**METHODOLOGICAL FUNDAMENTALS OF TEACHING STUDENTS TO
CREATE MULTIMEDIA PRESENTATIONS IN INFORMATION LESSONS
IN SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS**

Abstract. The article examines the methodological foundations of teaching students to create multimedia presentations in computer science classes in secondary education institutions. Attention is focused on the importance of using multimedia technologies to improve the learning process and increase the level of educational achievements of secondary education students. The key aspects for ensuring this process are considered, in particular, the choice of software, development of the content of presentations, methods of evaluating the educational achievements of students and promoting the creative activity of students in creating presentations. The proposed methodical recommendations can be useful for teachers who implement multimedia presentations in the educational process.

Key words and phrases: computer science methodology, computer science, education, secondary education students, multimedia presentations, multimedia tools, secondary education.

У сучасному світі інформаційних технологій, мультимедійні презентації стали необхідною складовою навчального процесу. Вони не тільки допомагають вчителям наочно, зрозуміло та доступно пояснити учням навчальний матеріал (рисунок 1), але й активізують їхню участь у навчанні, розвивають навички презентації та комунікації. Уроки інформатики в закладах середньої освіти є ідеальною платформою для впровадження такого методу навчання [5].



Рисунок 1. Мультимедійна презентація пояснення навчального матеріалу (розроблено автором Ключко О. В.)

Перш за все, важливо застосовувати науково обґрунтовану методику навчання здобувачів середньої освіти створенню мультимедійних презентацій, яка б допомагала їм ефективно набувати відповідних компетентностей. Одним з аспектів в даному напрямку є вивчення програмних засобів для створення

презентацій, таких як PowerPoint, Prezi, Keynote тощо. Учні повинні ознайомитися з основними функціями цих програм та вміти використовувати їх для створення ефективних презентацій [1, 2].

Другий аспект – вивчення принципів дизайну та композиції презентацій. Наприклад, учням потрібно знати, як правильно використовувати кольори, шрифти, графічні елементи та інші візуальні ефекти, щоб зробити презентацію привабливою та зрозумілою для аудиторії. Також важливо навчити учнів створювати послідовні та логічно організовані слайди, використовуючи заголовки, підзаголовки, маркери та інші структурні елементи [8, 14].

Третій аспект – навчання учнів ефективно використовувати мультимедійні елементи, такі як зображення, відео, анімацію та звук, щоб створювати інформативні та привабливі презентації. Цей аспект має велике значення, оскільки мультимедійні елементи можуть ефективно підтримувати та зміцнювати розуміння та запам'ятовування навчального матеріалу [3, 9].

Під час навчання створенню мультимедійних презентацій, важливо, щоб учні засвоїли не лише технічні навички використання різних програм та інструментів, але й вміння аналізувати та вибирати відповідні мультимедійні елементи для передачі потрібної інформації. Учням слід навчитися оцінювати якість та достовірність зображень, відео та звуку, а також їх відповідність темі та цілям презентації [13].

Одним з ключових аспектів навчання створенню мультимедійних презентацій є розвиток в учнів творчого мислення. Вони повинні бути стимульовані до пошуку оригінальних та цікавих способів використання мультимедійних елементів, щоб зробити свою презентацію більш цікавою та ефективною. Навчання учнів розуміти, як ефективно комбінувати різні мультимедійні елементи, сприяє їхньому творчому розвитку та допомагає виявляти та реалізовувати свої ідеї [6].

Окрім того, навчання учнів створенню мультимедійних презентацій повинно включати інструкції та вправи щодо організації та структурування

інформації. Учнів слід навчити визначати основні пункти, створювати логічну послідовність та розподіляти матеріал на слайди зрозумілим та логічним способом. Крім того, важливо навчити учнів використовувати наочні засоби, такі як діаграми, графіки, фотографії та відео, для підкріплення та пояснення інформації, яку вони намагаються передати [15].

Для досягнення успіху в навчанні створенню мультимедійних презентацій, вчителі повинні використовувати різноманітні методи і підходи. Наприклад, одним із ефективних методів є проектна робота, в процесі якої учні мають можливість самостійно планувати, створювати та презентувати свої презентації. Цей підхід стимулює творчий розвиток учнів, розвиває їхні навички презентації та вміння працювати в команді [7, 12].

Додатково, важливо враховувати індивідуальні особливості учнів під час навчання створенню мультимедійних презентацій. Деякі учні можуть мати технічні таланти та відчувати себе комфортно при роботі зі спеціалізованим програмним забезпеченням, тоді як інші можуть бути менш технічно підготовленими. Вчителі повинні створити сприятливу навчальну атмосферу, в якій кожен учень має можливість розвивати свої навички та здібності шляхом створення індивідуальної освітньої траєкторії [11, 10].

Крім того, важливо поєднувати навчання створенню мультимедійних презентацій з іншими важливими компетентностями, такими як пошук і аналіз інформації, критичне мислення, комунікація та публічна презентація й ін. Засвоєння навичок створення мультимедійних презентацій може бути ефективним інструментом для розвитку цих компетентностей [4, 13].

Отже, можна зробити висновок, що використання мультимедійних презентацій на уроках інформатики є важливим елементом сучасного навчання, який допомагає зрозуміти складні концепти та забезпечити ефективну комунікацію між вчителем та учнями. При цьому, для досягнення максимальної ефективності використання мультимедійних презентацій на уроках

інформатики, необхідно дотримуватися науково обґрунтованих методичних принципів та рекомендацій.

References

1. Chernyshova L. S. The effectiveness of using multimedia presentations in computer science lessons. *Information technologies in education*, 2017. P. 48-52.
 2. Galchenko S. V. The use of multimedia technologies in computer science lessons in secondary education institutions. *Information technologies and teaching aids*, 2018. P. 27-39.
 3. Ivanenko O. O. Methodical basics of teaching students to create multimedia presentations in computer science classes in secondary education institutions. *Educational literature*, 2018. P. 120.
 4. Ivanova O. M. Methodological basics of teaching students to create multimedia presentations in computer science classes in secondary education institutions. *Education of Ukraine*, 2018. P. 64.
 5. Ivanova O. P. Development of students' skills in creating multimedia presentations in computer science classes. *Proceedings. Series: Pedagogical sciences*, 2019. Issue 156. P. 85-91.
 6. Ivanova O. V. Methodological foundations of teaching students to create multimedia presentations in computer science classes in secondary education institutions. *New approaches in modern education. Education*, 2022. P. 120-135.
 7. Kovalenko I. Learning how to create multimedia presentations in computer science classes in secondary education institutions. *New Book*, 2012. P. 96.
 8. Kovalchuk O. Methodical foundations of teaching students to create multimedia presentations in computer science classes in secondary education institutions. *Education of Ukraine*, 2016. P. 112.
 9. Petrenko I. Teaching methods for creating multimedia presentations in computer science classes in secondary education institutions. *Education*, 2019. P. 120.
 10. Petrova N. V. Teaching methods for creating multimedia presentations in computer science classes. *Information technologies in education*, 2018. P. 67-73.
 11. Shcherbakova L. V. Learning to create multimedia presentations in computer science classes. *Information technologies in education. "Kyiv University named after Boris Grinchenko"*, 2017. P. 115-12.
 12. Shevchuk I. Methodical principles of learning to create multimedia presentations in computer science classes in secondary education institutions. *Ranok*, 2018. P. 112.
 13. Stepanenko O. Creation of multimedia presentations in informatics classes in secondary education institutions. *Pedagogical opinion*, 2015. P. 144.
 14. Sydorenko T. M. Integration of multimedia technologies in the learning process. *Informatics and mathematics at school*, 2020. P. 54-59.
 15. Tretyakova O. M. Methods of using multimedia technologies in computer science lessons in primary school. *Scientific Bulletin of the Uzhgorod National University: series: Pedagogy, social work. Hoverla*, 2018. 2 (45). P. 169-174.
-
-

Christina Myshkovska

State University «Uzhhorod National University», Uzhhorod, Ukraine

e-mail: kristina.myshkovska@uzhnu.edu.ua

THE PECULIARITIES OF DEVELOPING OLYMPIAD TASKS IN INFORMATION TECHNOLOGIES

Abstract. The research topic concerns the organizational and methodological principles of conducting the Olympiad in Information Technologies, as well as the peculiarities of developing Olympiad tasks in particular. The work identifies the goals and main objectives of the Information Technologies Olympiad, and formulates requirements for Olympiad tasks.

Key words and phrases: School course in computer science, Olympiad in information technologies, office technologies, word processor, spreadsheet software, database management system, multimedia presentations.

Учнівська олімпіада є однією з найважливіших форм позакласної роботи, яка спонукає учнів до самоосвітньої та дослідницької діяльності, розвитку інтелектуального потенціалу, прояву творчих здібностей, підвищення інтересу до предмету.

Шкільний курс інформатики зазнавав значних змін: замість курсу алгоритмізації та програмування він тепер охоплює дуже широкий спектр інформаційних технологій.

Інформатика є базовим предметом, але олімпіада з інформатики включає тільки один розділ шкільного курсу – «Програмування», що, безумовно, не відображає володіння учнем інформатики як науки в цілому: реалізації творчих здібностей учнів у знанні інших розділів інформатики [1].

Олімпіада з інформаційних технологій ставить перед учнями завдання, розв'язуючи які вони мають можливість змоделювати певну життєву чи професійну ситуацію, створити її логічну модель, обчислити деякі показники, створити наочне відображення певних процесів, та отримати нові знання.

При вивченні засобів ІКТ створюються умови для розвитку в учнів уміння моделювати реальні об'єкти й явища, при цьому значно посилюється

зв'язок змісту навчання з повсякденним життям, результатам навчання надається практичне значення, адже вони застосовуються для вирішення повсякденних життєвих проблем і задоволення практичних потреб.

Олімпіада з інформаційних технологій проводиться у два тури. I тур: комплексне, інтегроване завдання на використання офісних інформаційних технологій, що вивчається в курсі «Інформатика». II тур: тестування із використанням тестів різних типів, яке охоплює всі напрямки курсу «Інформатика» (окрім програмування) та виконання окремих завдань, не обов'язково пов'язаних тематично [2].

Завдання I етапу для учасників олімпіад готують предметно-методичні комісії, склад яких затверджується наказом керівника закладу освіти.

Завдання II етапу олімпіад з навчальних предметів готуються обласними інститутами післядипломної педагогічної освіти. Завдання II етапу Всеукраїнських учнівських олімпіад з навчальних предметів, розроблені обласними інститутами післядипломної педагогічної освіти (ОППО), є обов'язковими для використання. З метою унеможливлення витоку інформації щодо змісту завдань доцільно проводити II етап відповідних олімпіад в межах регіону, для якого використовується один і той самий пакет завдань, в усіх осередках одночасно [3].

III етап олімпіад з навчальних предметів проводяться за завданнями або методичними рекомендаціями МОН. Якщо МОН надано рекомендації щодо підготовки олімпіадних завдань, то змагання проводяться за завданнями предметно-методичних комісій обласних інститутів післядипломної педагогічної освіти, складеними з урахуванням цих рекомендацій.

Зміст завдань для II етапу олімпіади повинен базуватись на навчальній програмі з курсу «Інформатика» академічного рівня. Завдання для III етапу олімпіади можуть охоплювати матеріал навчальної програми профільного та поглибленого рівнів.

Завдання I -го туру (комплексного) повинно бути розраховане на 4 години та формулюватись як тематично цілісне, при цьому складатись із декількох задач. Саме тому в основі розроблених комплексних завдань покладено змодельовані життєві ситуації з певної галузі людської діяльності. Кожна з задач повинна розв'язуватись виключно засобами відповідного додатку MS Office чи іншого програмного засобу, який вказано в умові задачі.

Можна виокремити провідну роль формулювання задачі як моделі реальної ситуації у будь-якій сфері професійної діяльності людини, у якій успіх залежить від вирішення завдання засобами наявних програмних продуктів [1].

Під час підготовки олімпіадного завдання авторам слід звернути увагу на:

- опис, обсяг та формат додаткових файлів;
- вимоги до формату, змісту та імен файлів-результатів;
- файли-зразки для роботи учасника над розв'язком завдання;
- використання додаткових програмних засобів прикладного призначення.

Особливу увагу оргкомітетам слід приділяти забезпеченню однакових умов для виконання всіма учасниками всіх запропонованих завдань та дотриманню однакових вимог і критеріїв при перевірці робіт учасників. Автори задач готують критерії оцінювання завдань, які відображають відповідність обраних засобів та ефективність їх використання для вирішення окремої частини завдання. Рекомендована кількість критеріїв для однієї задачі – до 10. Для більш складних в оцінюванні задач це число може бути збільшене до 20.

Як показує практика, олімпіада з інформаційних технологій є більш привабливою для школярів, ніж олімпіада з програмування, оскільки сучасними інформаційними технологіями середньостатистичні учні володіють набагато краще, ніж основами алгоритмізації. І це ще раз підтверджує актуальність розробки змістовних, пізнавальних та креативних завдань, що можуть вирішуватись із застосуванням текстового чи табличного процесора,

системи управління базами даних та програми для створення мультимедійних презентацій.

References

1. Kreminskyi B. Organization and conduct of Ukrainian Student Olympiads and Tournaments: Scientific and Methodical Recommendations. Chernivtsi: Bukrek, 2022. 132 p.
 2. Smyrnova O., Baranova O. Peculiarities of conducting the II and III stages of the All-Ukrainian Student Olympiads in Informatics and Information Technologies. *Pedagogical Horizons* № 4 (118). P. 29-37.
 3. Udod O., Gun'ko L., Kuzichev. M. Relevance of implementing the All-Ukrainian Student Olympiad in Information Technologies. *Computer in School and Family*. 2011. № 6. P. 55.
-

Yuriy Smorzhevsky, Ph. D.

Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohiienko University, Kamianets-Podilskyi,
Ukraine

e-mail: smorzhevskyi@kpnu.edu.ua

ON THE USE OF LEVEL PHYSICAL PROBLEMS WHEN STUDYING THE POWER FUNCTION IN THE COURSE OF ALGEBRA AND BEGINNINGS OF ANALYSIS FOR THE 10TH CLASS

Abstract. The work examines the method of using level physical problems in the study of exponent functions in the course of algebra and the beginnings of analysis of the 10th grade

Key words and phrases: level physics problems, algebra and beginnings of analysis, power function.

Важливим засобом підвищення ефективності навчального процесу, реалізації прикладної направленості шкільного курсу математики є здійснення міжпредметних зв'язків, які дають можливість повніше розкрити перед школярами процеси, закономірності, що вивчаються, успішно розв'язувати завдання формування в них наукового світогляду, розвивати їх мислення та інтерес до навчання.

Ряд теоретичних досліджень і досвід роботи закладів загальної середньої освіти переконують, що лише при оптимальному функціонуванні міжпредметних зв'язків можливе реальне підвищення якості знань учнів.

Проблема міжпредметних зв'язків слідує з дидактичного принципу систематичності, який відображає загальне філософське поняття про зв'язок явищ і узгоджується з фізіологічним та психологічним поняттями про системність роботи мозку. Завдяки міжпредметним зв'язкам відображається живий зв'язок явищ в поняттях людей, а їх здійснення є об'єктивною необхідністю розвиваючого навчання.

В теперішніх умовах кожному спеціалісту необхідно опиратись на досягнення суміжних областей знань. Тому зросло значення політехнічного принципу міжпредметних зв'язків.

Спроби використання фізичних задач на уроках алгебри і початків аналізу в старших класах зроблені в багатьох роботах. Однак у цих роботах не розглядалися рівневі фізичні задачі, що є важливим в даний час, оскільки заклади загальної середньої освіти перейшли на рівневе навчання [2].

Метою дослідження є розв'язання питань політехнічного навчання і міжпредметних зв'язків алгебри і початків аналізу та фізики при допомозі спеціально підбраної рівневої системи фізичних задач, що сприятимуть розвитку в старшокласників навичок застосування на практиці теоретичних знань, одержаних при вивченні степеневі функції та її застосування у виробництві, науці, техніці, промисловості, народному господарстві [3].

У процесі вивчення алгебри і початків аналізу складовим елементом у навчанні є розв'язування фізичних задач, причому задачі ми підбираємо, користуючись чотирма рівнями навчальних досягнень учнів [1].

Зауважимо, що серед наведених фізичних задач важливу роль відіграють також експериментальні задачі, які дають можливість відтворювати в навчальному процесі процедуру перевірки наукової гіпотези і показувати шлях

наукового становлення теорії. Ці задачі можуть бути використані як додаткові задачі, що замінюють чисто алгебраїчні задачі з підручника.

Одержані нами результати проведеного експериментального дослідження в закладах загальної середньої освіти переконують у тому, що розглянуті задачі носять прикладний характер математики, сприяють повторенню і поглибленню матеріалу, який вивчається не лише на уроках алгебри і початків аналізу, але і фізики, знайомлять старшокласників з деякими методами розв'язування задач, які зустрічаються на практиці; формують системні знання з даних дисциплін.

References

1. Criteria for evaluating the educational achievements of students in the general secondary education system. Mathematics at school. 2000. No. 10. P. 2.
2. Smorzhevsky L.O., Atamanchuk P.S., Kuh A.M. Problems from algebra and the beginnings of analysis: 1001 problems of applied content: 10-11 cl. K.: A.S.K., 1999. 135 p.
3. Smorzhevsky L.O., Smorzhevsky Yu.L. About the use of physical problems in the school mathematics course. Coll. scientist Works Comm.-Sub. Peduniversity: Pedagogical series: Didactics of natural science and mathematics disciplines and educational technologies, 1999. Vol. 5. P. 193 – 197.

Olha Sprynchak *

Yaroslav Krupskyi **, Ph. D.

* Odesa “European” Lyceum , Odesa, Ukraine

e-mail: olgaborisivna02@gmail.com

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

e-mail: krupskyi.ya@vspu.edu.ua

METHODOLOGICAL FEATURES OF CONDUCTING INTEGRATED IT LESSONS

Abstract. Currently, an integral part of the comprehensive education system is the acquisition and development of skills that will become the basis for choosing a promising profession in the future. Therefore, this work analyzes the concept of integration of computer science lessons in a secondary school.

Key words and phrases: integrated lessons, gaming techniques, gaming technology.

Проблема інтеграції навчання та виховання в школі важлива і сучасна як для теорії, так і для практики.

Сучасна система освіти спрямована на формування високоосвіченої, інтелектуально розвиненої особистості з повним представленням картини світу, з розумінням глибини зв'язків явищ та процесів. Предметна роз'єднаність стає однією з причин фрагментарності світогляду випускника школи, тоді як у сучасному світі переважають тенденції до економічної, політичної, культурної, інформаційної інтеграції. Отже, самотійність предметів, їх слабкий зв'язок з іншими предметами породжують серйозні труднощі у формуванні в учнів цілої картини світу, перешкоджають органічному розвитку культури.

У словнику професійної освіти поняття «інтеграція» (від лат. Integration – поповнення, відновлення) тлумачиться як об'єднання в ціле будь-яких окремих частин, а «інтеграція навчання» — як відбір та об'єднання навчального матеріалу з різних предметів для цілісного і різнобічного вивчення важливих наскрізних тем (тематична інтеграція) [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

Основний акцент інтеграції припадає не лише на засвоєння певних знань, а й на розвиток образного мислення. Інтегровані уроки також передбачають обов'язковий розвиток творчої активності учнів. Це надає можливість використовувати зміст усіх навчальних предметів, залучати відомості з різних галузей науки, культури, мистецтва, звертаючись до явищ та подій навколишнього життя.

Інтеграція предмета «Інформатика» та «Інформаційні технології» з іншими предметами здійснюється як об'єднання курсів з предметів. Цей підхід вимагає від одного вчителя знань з двох предметів.

Інтеграція на рівні способів дій (навичок) (діяльнісний підхід) дає можливість поєднати зміст двох або більше предметів у межах однієї теми дослідження і називають їх міжпредметними зв'язками.

Наприклад інтегрований урок інформатики-математики. 7 кл. Тема: «Графічні можливості мови Python. Координатна площина». Цілями такого

уроку є: закріплення знань, умінь, навичок на тему «Координатна площина» (нанесення точок на координатну площину за координатами, знань термінології); закріплення понять інформатики: основні оператори графіки Python; з'ясувати загальні ознаки та відмінності між координатною площиною та координатною сіткою; розвивати мислення, творчу активність, увагу, інтерес до предметів математики та інформатики.

Або ж інтегрований урок інформатики-економіки. Тема: Графіки та діаграми. Наочне уявлення процесів зміни величин з прикладу вивчення теми «Попит та пропозиція» 8 кл. Метою такого уроку є набуття досвіду роботи з майстром діаграм у процесі вивчення теми «Попит та пропозиція».

Але важливо наголосити на тому факті, що зловживання інтеграцією може призвести до небажаних результатів. Тому необхідно знати, що інтеграція можлива лише за низки умов: спорідненості наук, відповідних інтегрованим навчальним предметам; збігу чи близькості об'єкта вивчення; наявності загальних методів та теоретичних концепцій побудови.

Таким чином, підсумовуючи виконану роботу, хочеться сказати, що замислитися над тим, що інтеграція предметів у сучасній школі – реальна потреба часу, необхідно всім тим, хто зацікавлений у формуванні всебічно розвиненої особистості, а також усім, хто займається питаннями базової педагогічної освіти.

References

1. Ramskyi, Yu. S., Balyk, N. R. Methodical training of the informatics teacher and the development of his professional competences. Scientific journal of MP Drahomanov NPU. Series 2. Computer-oriented learning systems, 2009. P. 32-35.
2. Tkachuk, H. V. Integration of online blended learning tools in the study of computer science. Collection of scientific papers [Kherson State University]. Pedagogical sciences, 2018. P. 244-248.
3. Topuzov O. M., Malykhin O. V., Opaliuk T. L. Pedagogical mastery: development of professional and pedagogical adaptability and social reflection of the future teacher: study guide. Kyiv: Pedahohichna dumka, 2018. 292 p.
4. Vocational pedagogy dictionary. Za red. A.V. Semenovoi. Odesa: Palmira, 2006. 221 p.

Daria Tkach *

Yaroslav Krupskyi **, Ph. D.

*Odesa secondary school No. 26 I-III degrees, Odesa, Ukraine

e-mail: dariaviktorivna13@gmail.com

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

e-mail: krupskyi.ya@vspu.edu.ua

APPLICATION OF GAME FORMS OF WORK IN COMPUTER SCIENCE LESSONS

Abstract. The article analyzes the concept of interactive learning technologies in mathematics lessons in a secondary school. The article offers a practical application of interactive technologies on the Maple system during the study of the section "Equation of tangent to the graph of a function".

Key words and phrases: active forms of learning, interactive methods, interactive lesson-game, game methods, game technology.

У сучасній школі розвиток мислення учнів відбувається у процесі навчання. Процес навчання вимагає від вчителя багато сил та вирішення непростих завдань: зробити уроки цікавими та донести матеріал до учнів так, щоб відсоток засвоєння був найбільшим. Тому для вирішення таких непростих завдань в нагоді може стати використання ігор під час проведення уроків інформатики.

В основу навчання з використанням ігор під час уроків інформатики покладено принципи навчання, наочності, доступність подачі інформації, самостійність. Застосування комп'ютера полегшує реалізацію цих принципів.

Ігри під час проведення уроків підвищують інтерес учнів до предмету, пізнавальну активність та розвитку здібності учнів. Для того, щоб застосування ігор стало ефективним, необхідно приділити особливу увагу складанню їх сценарію та підбору завдань, які відповідають цілям гри.

Сучасному вчителю необхідно володіти вмінням планувати ігрову діяльність та інтегрувати їх у процес навчання. Це зумовлює актуальність теми цього дослідження: застосування ігрових технологій під час уроків інформатики.

У проведення уроків інформатики на основі ігрових елементів важливо знати та враховувати технологію організації таких уроків. Основні етапи застосування ігрових технологій під час уроків інформатики є: 1) вибір гри; 2) пропозиція дітям гри; 3) запрошення дітей у гру; 4) розбивка на команди (групи), розподіл ролей між учасниками; 5) розвиток ігрової ситуації; 6) підбиття підсумків гри.

Дуже важливим моментом є вибір гри, який залежить від того яка особистість дитини, які її потреби, які виховні завдання необхідно вирішити, застосовуючи ігрові методики.

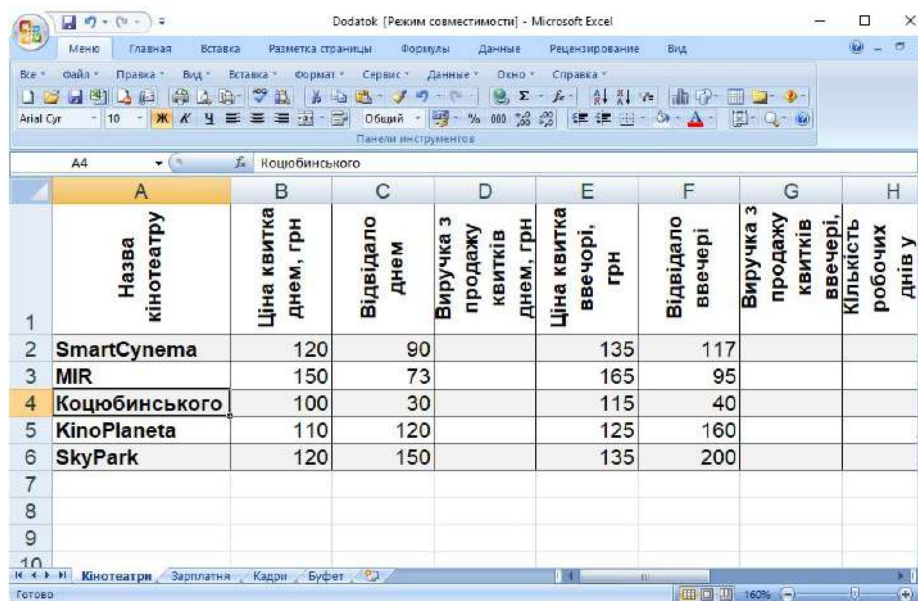
На практичних заняттях у старшій школі краще використовувати ділові ігри, тому що результати досліджень показують, що використання ділових ігор на уроках дозволяє зменшити час, що відводиться на вивчення деяких тем, на 30-50% при більшому ефекті засвоєння навчального матеріалу. Процес навчання стає більш творчим, захоплюючим. Активність учнів у ділових іграх проявляється так яскраво, має настільки тривалий характер, що сама обстановка ділової гри змушує її учасників бути активними.

Високий ефект дають ділові ігри, спрямовані на розв'язання профільних задач.

Наприклад, під час вивчення теми «Текстовий процесор», «Електронні таблиці», учням можна запропонувати себе в ролі представника фірм, рекламних агентств, організацій тощо. В такому разі учні створюють та представляють прайс-листи, рекламні проспекти, бейджики, візитки і т.д., подають фінансові звіти, таблиці й діаграми, що інтерпретують їхні фінансові успіхи.

Також при систематизації вмінь і навичок учнів під час вивчення теми «Електронні таблиці» можна провести ділову гру в якій учням пропонується розбитись на команди: бухгалтерія, відділ кадрів, фінансист, економіст. Кожна команда отримує файл в якому зазначається фінансова звітність фірми, яка керує декількома кінотеатрами, в кожному з них працює буфет. Задача учнів

підвести підсумки праці цих закладів та підготувати звіти про роботу нашої фірми (рис. 1).



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Назва кінотеатру	Ціна квитка днем, грн	Відвідало днем	Виручка з продажу квитків днем, грн	Ціна квитка ввечері, грн	Відвідало ввечері	Виручка з продажу квитків ввечері, грн	Кількість робочих днів у
1								
2	SmartCinema	120	90		135	117		
3	MIR	150	73		165	95		
4	Коцюбинського	100	30		115	40		
5	KinoPlaneta	110	120		125	160		
6	SkyPark	120	150		135	200		
7								
8								
9								
10								

Рис. 1. Фрагмент завдання

Зацікавлення до предмету можна підвищувати, застосовуючи різні методи, але найпривабливішим для дітей є цікавість. Навіть у найслабших учнів можна викликати інтерес до предмету, якщо використовувати під час уроків захоплюючий матеріал. А найбільше цікаві дітям ігрові форми уроків.

Дидактичні ігри на уроках інформатики можуть використовуватися як на етапах повторення й закріплення, так і під час вивчення нового матеріалу. Вони дають змогу розв'язувати освітні, виховні й розвивальні завдання уроку, забезпечувати активізацію пізнавальної діяльності школярів і є основою для розвитку їхніх пізнавальних інтересів.

References

5. Informatyka. Programs for general educational institutions. Edited by M. I. Zhaldaka. Zaporizhzhia: Premier, 2020. 304 p.
6. Polchaninova T. V. Application of non-standard lessons in pedagogical activity. *Bulletin of Scientific Conferences*. 2016. № 7. P. 91-93
7. Trofimova, O.V. Non-traditional forms of lessons and socialization of students: metod. posibnyk. K.:Zavuch, 2003. 143 p.
8. Verbytskyi A. A., Borysova N. V. Methodological recommendations for conducting business games: metodychnyi posibnyk. K.: Vsesoiuz. nauk.-metod. Tsentр prof.-tekhn. navchannia molodi, 2004. 158 p.

Yuliia Venhryn

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine

e-mail: venhryn.yuliia@chnu.edu.ua

METHODOLOGICAL FEATURES OF THE USE OF INTERACTIVE METHODS IN CONDUCTING LESSONS AND ASSESSING STUDENTS' KNOWLEDGE OF MATHEMATICS IN HIGH SCHOOL

Abstract. Methodological features of the use of interactive methods in mathematics lessons in the high school of the Academy of Sciences were considered. The possibility of evaluating students' knowledge of mathematics using interactive teaching methods has been developed.

Key words and phrases: interactive learning, interactive learning methods.

Розвиток суспільства, оновлення різних сфер суспільного і духовного життя вимагає нового рівня освіти, який органічно поєднає традиційні елементи з інноваційними.

Сучасний освітній процес характеризується домінуванням вербальних методів навчання та виховання, недооцінкою значення спілкування школярів для розв'язання основних проблем і завдань навчальної програми з математики, відсутністю цікавих для дітей форм і методів організації навчальної діяльності. Використання інтерактивних методів навчання на уроках математики допомагає підвищити інтерес учнів до навчання, активізувати їх пізнавальну діяльність, збільшити їхню мотивацію до засвоєння нових знань та навичок.

Інтерактивне навчання – це форма організації пізнавальної діяльності, спрямована на створення комфортних умов навчання, за яких кожен учень відчуває себе успішним і розумним [2].

Опрацьовано основні методи, які можна використовувати на уроках математики в старшій школі:

- Рольові ігри. Дозволяють учням відчути себе в ролі вчених, дослідників, математиків, а також використовувати вивчені матеріали на практиці.

- Кросворди, ребуси та інші ігри зі словами. Допмагають розвивати мовлення, логічне мислення та пам'ять учнів.
- Взаємоперевірка. Дозволяє учням перевірити свої знання і вміння та відстежити власний прогрес у навчанні.
- Проектна діяльність. Дозволяє учням застосувати знання на практиці, вивчити нові матеріали, спілкуватися зі своїми однолітками, розвивати креативне мислення.
- Мозковий штурм. Дозволяє учням ділитися своїми ідеями, думками та знаннями з іншими учнями.

Розглянемо приклад застосування техніки креативного мислення «Трикутник Уолта Діснея», яка здійснюється за допомогою рольової гри, в якій учасники розглядають поставлену задачу з трьох точок зору: Мрійники (що лише пропонують ідеї), Реалісти (визначають, як втілити ідею), Критики (аналізують доцільність ідеї).

На уроці алгебри у 10 класі, під час вивчення теми: «Похідна функції», актуалізацію опорних знань, як показує досвід, можна провести за допомогою цього методу.

Приклад питань для кожної групи: Мрійники: Похідні, яких функцій ви можете назвати? Які функції є недиференційованими? Реалісти: Як відбувається процес знаходження похідної функції? Чому деякі функції можуть бути недиференційованими? Критики: Чи правильно підібрані похідні функцій та методи їх знаходження? Як ми доведемо недиференційовність деяких функцій? Якщо одне коло пройшло, та всі команди висловили свою думку, але правильної відповіді ще не було озвучено, тоді ролями можна помінятися і зробити ще одне коло. Мінятися ролями, можна доти, поки завдання не буде виконано.

Оцінювання знань учнів з математики може бути більш ефективним та цікавим, якщо тут теж використовувати інтерактивні методи. Це дозволить залучити учнів до активної участі в процесі оцінювання та розвивати їхні творчі

та критичні здібності. Умови навчання зараз кардинально змінились, та школи уже мають належне технічне обладнання. Тому це дає змогу використовувати інноваційні технології та різні онлайн-ресурси для проведення уроків.

Під час вивчення теми: «Комбінаторика, статистика та теорія ймовірності» на уроці застосування знань, самостійну роботу можна провести за допомогою інтерактивного онлайн-сервісу - learningapps.org.

1. Для оцінювання теоретичних знань учнів можна використати завдання на заповнення кросворду, перейти до завдання можна, просканувавши Qr-код (рис. 1).



Рис.1

2. Для оцінювання практичних вмінь учнів, можна створити завдання у вигляді вікторини, перейти до завдання можна, просканувавши Qr-код (рис. 2).



Рис. 2

References

1. Kucherova H.M., Yagodnikova V.V. Interactive exercises and games. *Ukr. Math. J.* 2012. P.144 (inUkrainian).
2. Likhavid Olena. (2018). Formation of social competence of students general educational institutions: Theoretical aspect. Theoretical and didactic philology. *Collection of scientific works.* P. 94-104 (inUkrainian).
3. Voitsechivska S. R. (2020) Use of interactive forms and methods of learning. Retrieved from: <http://surl.li/gwetz> (inUkrainian).

Contents

PLENARY SESSION

Kovtonyuk M. 90 YEARS FROM THE CREATION TO THE ESTABLISHMENT AND DEVELOPMENT OF THE DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND INFORMATICS.....	5
Bak S. SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS OF THE DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND INFORMATICS.....	15
Derech V., Barkovska A. ON FINITE STRUCTURALLY UNIFORM SEMIGROUPS.....	40
Fedorchuk V. SIMULATION OF ONE-DIMENSIONAL NONLINEAR OBJECTS WITH DISTRIBUTED PARAMETERS BASED ON THE APPLICATION OF REVERSIBLE COMPUTER MODELS.....	43
Kovtonyuk M., Kosovets O., Soia O. FORESIGHT MODELLING OF THE UNIVERSITY'S SYNERGISTIC EDUCATIONAL ENVIRONMENT.....	46
Mosiuk O. THE CREATION AND VISUALIZATION OF 3D MODELS PRACTICE: AS ONE OF THE IMPORTANT ASPECTS OF TRAINING DIGITAL TECHNOLOGY SPECIALISTS.....	58
Pratsiovytyi M., Bondarenko O., Lysenko I., Ratushniak S. INFINITE-SYMBOLIC Φ -IMAGE OF THE FRACTIONAL PART OF A REAL NUMBER IN THE PROBLEMS OF FUNCTION THEORY, PROBABILITY THEORY AND FRACTAL ANALYSIS.....	61

SECTION 1. MODERN PROBLEMS OF MATHEMATICS

Bak S., Kovtonyuk G. ON EXISTENCE OF SOLITARY TRAVELING WAVES IN FERMI-PASTA-ULAM TYPE SYSTEMS ON 2D-LATTICE.....	66
Heseleva K. COLLOCATION-ITERATIVE METHOD OF SOLVING ONE TYPE OF INTEGRO-FUNCTIONAL EQUATION.....	70

Hromyk A., Konet I., Pylypiuk T. PARABOLIC BOUNDARY VALUE PROBLEMS OF MATHEMATICAL PHYSICS IN PIECEWISE HOMOGENEOUS WEDGE-SHAPED CYLINDRICAL-CIRCULAR LAYERS.....	73
Hudyma U., Gnatyuk V. THE PROBLEM OF FINDING OF GENERALIZED STEINER'S POINT FOR THE SEVERAL CLOSED BALLS IN SOME POLYNORMED SPACE RELATIVELY THE SET OF THES SPACE.....	75
Khoma M., Buhrii O. STOKES SYSTEM WITH DEPENDING OF TIME VARIABLE EXPONENTS OF NONLINEARITY.....	78
Kvetsko M, Goy T. NEW COMBINATORIAL IDENTITIES INVOLVING BALANCING NUMBERS.....	81
Lopushanska H., Myaus O., Pasichnyk O. SOURCE FRACTIONAL INVERSE PROBLEM.....	83
Novosad Z. THE CONDITIONS OF TOPOLOGICALLY MIXING OF WEIGHTED BACKWARD SHIFTS.....	84

SECTION 2. MODERN PROBLEMS OF COMPUTER SCIENCE

Barbolina T. COMPARISON OF ALGORITHMS OF THE POLYNOMIAL METHOD FOR SOLVING OF UNCONSTRAINED LINEAR FRACTIONAL OPTIMIZATION PROBLEM ON ARRANGEMENTS.....	86
Kutsevol I., Buhrii O. CONTINUOUS TIME NEURAL NETWORKS.....	89
Nych O. AT THE CROSSROADS OF CHALLENGES AND PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF INFORMATICS IN UKRAINE.....	92
Sokhatskyi F. IMPROVEMENT OF KNOWN ALGORITHMS.....	94

SECTION 3. MATHEMATICAL AND COMPUTER MODELING

Vilchynska O. FEATURES OF THE USE OF ECONOMETRIC METHODS IN MARKETING RESEARCH.....	96
Dobraniuk Yu., Vasylynych A., Shvets' M. APPLICATION OF THE COMPUTER MATHEMATICS SYSTEM MAPLE FOR CALCULATING FIGURE'S AREA BOUNDED A CIRCLE AND A CARDIOID.....	98

Dobrovol'ska N. MODEL FOR ASSESSING THE USEFULNESS OF AN INSURANCE CONTRACT.....	101
Kovalchuk V. USE OF PSEUDO-RANDOM NUMBER GENERATORS IN SOLVING PROBLEMS OF SIMULATING USER BEHAVIOR IN COMPUTER GAMES.....	104
Korolskyi V., Mykhailova Y. CREATING A SELECTION OF TASKS BASED ON A GEOMETRIC MODEL AND A COMBINATION OF NUMERICAL SERIES $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$ AND $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n}$	107
Klochko V. VISUALISATION OF THE CONCEPTS OF HIGHER MATHEMATICS COURSE AS A NECESSARY REQUIREMENT FOR THEIR SYSTEMATIZATION.....	110
Mykhalenych M., Guran I. DYNAMIC SCHEMES OF VORONOI.....	113
Mykhalevych V., Matviychuk V., Shtuts A. MODEL OF MATERIAL DEFORMABILITY WHEN UPSETTING OUTER FLANGES ON TUBULAR BLANKS WITH A CONICAL ROLL.....	114
Mykhalevych O. THE TASK OF DETERMINING POTENTIAL PAYERS OF MOBILE APPLICATIONS.....	117
Panasenko O. PREDICTIVE POWER ANALYSIS OF THE HIGUCHI DIMENSION OF TIME SERIES.....	119
Polozhaenko S., Fomin O., Krykun V., Orlov A., Prokofiev A. USE OF DYNAMIC NEURAL NETWORKS FOR MODELING NONLINEAR OBJECTS WITH SIGNIFICANT NONLINEARITY.....	121
Shchyrba V., Furtel O. OPTIMISATION OF CALCULATIONS IN THE STUDY OF SPARSE MODELS OF HIGH DIMENSIONALITY.....	124

SECTION 4. CREATION OF EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE IN HIGHER EDUCATION

Fonariuk O. DIGITIZATION OF THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN HIGHER EDUCATION.....	127
Khomyuk I., Khomyuk V., Kyrylashchuk S. EXPERIENCE IN THE IMPLEMENTATION OF THE INFORMATION AND COMMUNICATION EDUCATIONAL ENVIRONMENT FOR TEACHING HIGHER MATHEMATICS AT THE VINNYTSIA NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY.....	129
Kolomiets A. DISTANCE EDUCATION IN HIGHER TECHNICAL SCHOOL: PROBLEMS AND SEARCH FOR SOLUTIONS.....	133
Kovtonyuk M. MODELING OF THE EDUCATIONAL DISCIPLINE IN THE EDUCATIONAL SPACE OF THE BACHELOR OF MATHEMATICS.....	136
Rumyantseva K. FEATURES OF THE FORMATION OF MATHEMATICAL THINKING IN STUDENTS OF ECONOMIC HIGH SCHOOLS.....	139
Smalko O. DEVELOPMENT OF SOFT SKILLS OF FUTURE IT SPECIALISTS IN COMPETENCY-BASED TRAINING.....	142
Verkhovska Y, Kryvonos O. HOW THE APPLICATION OF PROGRAMMING LANGUAGES IN EDUCATION WILL IMPROVE LIFE IN THE FUTURE.....	144
Zakharchenko N. THEORETICAL ASPECTS OF TEACHING DISCRETE MATHEMATICS TO FUTURE IT TEACHERS.....	146
Zhyrova T., Kotenko N. ACCESSIBILITY SOFTWARE AS A STEP TOWARD CREATING AN INCLUSIVE UNIVERSITY ENVIRONMENT.....	151

SECTION 5. MONITORING OF THE QUALITY OF EDUCATION: TOOLS

AND

TECHNOLOGIES

Bondarenko Z., Chernovolyk G., Kyrylashchuk S. METHODOLOGICAL ASPECTS OF ASSESSING THE QUALITY OF INFORMATION COMPETENCIES OF BACHELOR MANAGERS.....	155
---	-----

Klieopa I. TEACHING HIGHER MATHEMATICS IN TECHNICAL INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION DURING DISTANCE EDUCATION.....	158
Melnyk A. USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN TEACHING INFORMATICS.....	162
Poveda T., Poveda R. DEVELOPING MENTOLITY OF STUDENTS IN THE PROCESS OF ANALYSIS AND EVALUATION OF SIMPLIFICATIONS IN PHYSICS PROBLEMS.....	165
SECTION 6. MODERN COMPUTER TECHNOLOGIES IN TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE	
Antoniuk L. APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE EDUCATIONAL PROCESS.....	169
Chorna O. DEVELOPMENT OF A METHOD OF FUNCTIONING OF A SOFTWARE APPLICATION FOR EFFECTIVE ASSESSMENT OF STUDENTS' KNOWLEDGE USING TESTS.....	172
Dmytriienko O. CREATION OF ELECTRONIC TUTORIALS FOR DISTANCE LEARNING.....	175
Galetskyi S., Biloshytska T., Topishko N., Galetska T. FEATURES OF MULTIMEDIA SUPPORT OF THE EDUCATIONAL PROCESS.....	178
Kalashnyk A. DIDACTIC MATERIALS IN THE WORK OF A MODERN TEACHER.....	181
Kosovets O., Biakovska V. USING WEBQUESTS WITH ELEMENTS OF AUGMENTED REALITY IN LESSONS OF COMPUTER SCIENCE.....	184
Kravchuk O., Madiar Ya. MODERN COMPUTER TECHNOLOGIES IN TEACHING OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE.....	187
Krupskyi Ya., Tiytiynnyk O. APPLICATION OF SCM MAPLE IN MATHEMATICS LESSONS DURING THE STUDY OF THE SECTION "EQUATION OF TANGENT TO THE GRAPH OF A FUNCTION".....	190
Leonova I. UTILIZING MATH EDITORS IN HIGHER EDUCATION.....	193

Miastkovska M., Dembitska S., Shtyka I. COMPARISON OF ONLINE SERVICES FOR EDUCATION OF COMPUTER SCIENCE.....	195
Mykhalevych V., Turzhanska I., Nemyrovska D. JOINT USE OF CHATGPT, MAPLE AND MAXIMA IN TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE.....	198
Smirnova A. MATH AND COMPUTER SCIENCE LEARNING BY BASICS GAME DESIGN AND COMPUTER GAMES.....	201
Soia O., Kolomiets O. SCREENCASTING AS A CURRENT TREND IN THE USE OF VISUALIZATION TOOLS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS.....	204
Turzhanska O. TRAINING SIMULATOR FOR FINDING THE EXTREMUM OF A FUNCTION OF TWO VARIABLES IN MATHCAD.....	207
SECTION 7. MODERN COMPUTER TECHNOLOGIES IN TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE. METHODS OF TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE IN SECONDARY EDUCATION	
Chernykh L., Shchur K. ANALYSIS OF THE PROBLEM OF THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' COMPUTING CULTURE	211
Dumanska T. THE PROBLEM OF INCREASED COMPLEXITY AS A MEANS OF FORMING THE RESEARCH AND COGNITIVE ACTIVITI OF EDUCATION ACQUISITIONS	213
Khvostetskiy O. THE USE OF DIGITAL COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING IN INSTITUTIONS OF GENERAL SECONDARY EDUCATION	216
Klimishyna A. APPLICATION OF QUEST TECHNOLOGIES DURING THE STUDY OF MATHEMATICS IN GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS.....	219
Korolyuk O. STEM-EXCURSIONS IN EDUCATION OF MATHEMATICS.....	223

Mamon O., Hulii O. USING OF INTERNET SERVICES DURING STUDYING CERTAIN TOPICS OF THE SCHOOL COURSE OF INFORMATICS	226
Mudrak D., Klochko O. METHODOLOGICAL FUNDAMENTALS OF TEACHING STUDENTS TO CREATE MULTIMEDIA PRESENTATIONS IN INFORMATION LESSONS IN SECONDARY EDUCATION INSTITUTION...	228
Myshkovska Ch. THE PECULIARITIES OF DEVELOPING OLYMPIAD TASKS IN INFORMATION TECHNOLOGIES	233
Smorzhevsky Yu. ON THE USE OF LEVEL PHYSICAL PROBLEMS WHEN STUDYING THE POWER FUNCTION IN THE COURSE OF ALGEBRA AND BEGINNINGS OF ANALYSIS FOR THE 10TH CLASS	236
Sprynchak O., Krupskyi Ya. METHODOLOGICAL FEATURES OF CONDUCTING INTEGRATED IT LESSONS	238
Tkach D., Krupskyi Ya. APPLICATION OF GAME FORMS OF WORK IN COMPUTER SCIENCE LESSONS	241
Venhryn Yu. METHODOLOGICAL FEATURES OF THE USE OF INTERSCIVE METHODS IN CONDUCTING LESSONS AND ASSESSING STUDENTS' KNOWLEDGE OF MATHEMATICS IN HIGH SCHOOL	244

Електронне наукове видання

**IV International Scientific and Practical Internet Conference
«Mathematics and Informatics in Science and Education: Challenges of Modernity»
(dedicated to the 90th anniversary of the Department of Mathematics and Informatics)
May 25-26, 2023, Vinnytsia, Ukraine**

**IV Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція "Математика та інформатика в науці й освіті: виклики сучасності", присвячена 90-річчю кафедри математики та інформатики
(Вінниця, 25-26 травня 2023 року)**

Збірник тез

(укр. та англ. мовами)

Матеріали подаються в авторській редакції

Підписано до видання 21.06. 2023 р.
Гарнітура Times New Roman.
Замовлення № P2023-118

Видавець та виготовлювач-
Вінницький національний технічний університет,
Редакційно-видавничий відділ
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ,
ГНК, к. 114,
press.vntu.edu.ua
email: irvc.vntu@gmail.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.